

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№9 2022 (СЕНТЯБРЬ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

Главный редактор
А.В. Царегородцев
Выпускающий редактор
Ю.Б. Миндлин

Подписной индекс издания
в каталоге агентства «Пресса России» — 80016
В течение года можно произвести подписку
на журнал непосредственно в редакции.

Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»

Адрес редакции и издателя:
109443, Москва, Волгоградский пр-т, 116-1-10
Тел./факс: 8(495) 142 8681
E-mail: redaktor@nauteh.ru
<http://www.nauteh-journal.ru>

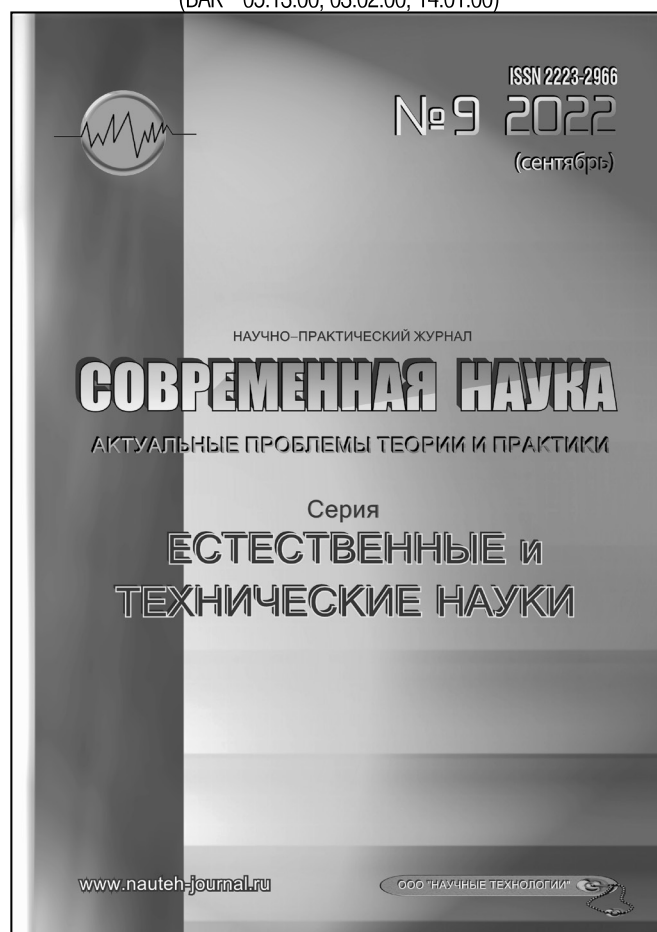
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-44912 от 04.05.2011 г.

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(BAK 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



В НОМЕРЕ:

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ, ИНФОРМАТИКА,
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И УПРАВЛЕНИЕ,
КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Авторы статей несут полную ответственность
за точность приведенных сведений, данных и дат.

При перепечатке ссылка на журнал
«Современная наука»:
Актуальные проблемы теории и практики» обязательна.

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 23.09.2022 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

Атаев Алевдин Рашитханович — д.м.н., профессор, Дагестанский государственный медицинский университет

Безруких Марьям Моисеевна — д.б.н., профессор, Институт возрастной физиологии РАО

Бекетов Сергей Валериевич — д.б.н., ФГБНУ НИИ Пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева

Белых Владимир Иванович — Д.м.н., доцент, Алтайский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации

Грачев Николай Николаевич — доктор высшей степени в области технических наук (DoctorHabilitatus), профессор, Московский государственный институт электроники и математики НИУ ВШЭ (технический университет)

Гусева Анна Ивановна — д.т.н., профессор, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Зубкова Валентина Михайловна — д.б.н., профессор, Российский государственный социальный университет

Каллаев Нажмудин Омаркадиевич — д.м.н., профессор, Дагестанский государственный медицинский университет

Квасов Андрей Иванович — д.т.н., профессор, Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева

Корнеев Андрей Матиславович — д.т.н., профессор, Липецкий государственный технический университет

Корягина Наталья Александровна — д.м.н., доцент, Пермский государственный медицинский университет им. ак. Е.А. Вагнера Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кравец Бронислава Борисовна — д.м.н., профессор, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кулик Сергей Дмитриевич — д.т.н., с.н.с., Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Матвеев Всеволод Борисович — д.м.н., профессор, ФГБУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина, член-корреспондент РАН

Надежкин Сергей Михайлович — д.б.н., профессор, Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии

Овезов Алексей Мурадович — д.м.н., доцент, ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского

Олейникова Светлана Александровна — д.т.н., доцент, Воронежский государственный технический университет

Рахимов Ильгизар Ильясович — д.б.н., профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет

Ромашкова Оксана Николаевна — д.т.н., профессор, Московский городской педагогический университет

Симаков Юрий Георгиевич — д.б.н., профессор, Московский государственный университет им. К.Г. Разумовского (ПКУ)

Симоненков Алексей Павлович — д.м.н., профессор, независимый эксперт

Трапезов Олег Васильевич — д.б.н., в.н.с., ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН»

Федорова Оксана Ивановна — д.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина

Харитонов Михаил Анатольевич — д.м.н., профессор, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Гандрабурова Н.И., Харина Е.И., Бондарь Е.В., Гаджихмедова А.Г., Серопова А.С., Гончаренко А.О. — Изучение взаимодействия *pseudomonas aeruginosa* с бактериями III–IV группы патогенности

Gandraburova N., Harina E., Bondar E., Gadjiakhmedova A., Seropova A., Goncharenko A. — Study of *pseudomonas aeruginosa* interaction with pathogenicity group III–IV bacteria7

Золотникова Г.П., Захаров Н.Е., Кургуз Р.В. — Особенности психофизиологической адаптации организма учащихся в условиях техногенного загрязнения среды обитания

Zolotnikova G., Zakharov N., Kurguz R. — Peculiarities of the psycho-physiological adaptation of the students' organism under the conditions of technogenic environmental pollution11

Корниенко В.О., Котюк П.Ф., Яицкий А.С. — Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля и низкочастотной вибрации на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays* L.)

Kornienko V., Kotyuk P., Yaitsky A. — Combined effect of alternating magnetic field and low frequency vibrations on growth and development of sugar corn (*Zea mays* L.)15

Куприянов А.Н., Климова О.А. — Сохранение редких растений в районах с интенсивной угледобычей

Kupriyanov A., Klimova O. — Preservation of rare plants in intensive coal mining areas22

Максимович К.Ю., Новиков Е.А. — Таксономический состав и динамическая плотность напочвенных беспозвоночных агроценозов с разным уровнем интенсификации агротехнологий в лесостепи юга западной Сибири

Maksimovich K., Novikov E. — Taxonomic composition and dynamic density of ground invertebrates of agrocenoses with different agrotechnological intensification level in the southern forest-steppe of western Siberia28

Мещурова Т.А., Аксёнова В.М. — Экологическая характеристика подземных водных объектов Пермского края

Meshchurova T., Aksenova V. — Ecological characteristics of underground aquatic ecosystems of the Perm region36

Монтина И.М. — Фитонциды в борьбе с бактериальными и вирусными заболеваниями растений

Montina I. — Phytoncides in the fight against bacterial and viral diseases of plants42

Монтина И.М. — Бактериальные болезни растений и меры борьбы с ними в современных условиях

Montina I. — Bacterial diseases of plants and measures to combat them in modern conditions45

Новоселова Л.В., Шкляев В.А., Минаева Н.В. — Анализ результатов аэропальмологического мониторинга с учетом погодных данных

Novoselova L., Shklyayev V., Minaeva N. — Analysis of the results of aerial palynological monitoring based on weather data49

Сергеева К.Н., Сорокина И.Н. — Генетико-демографические особенности Белгородского региона

Sergeeva C., Sorokina I. — Genetic and demographic features of the Belgorod region.56

Сивец Н.В. — Молекулярно-генетические исследования бокапарвовируса человека у детей с респираторной инфекцией в Республике Беларусь

Sivets N. — Molecular genetic studies of human bocaparvovirus in children with respiratory infection in the Republic of Belarus61

Информатика, вычислительная техника и управление	
Блувштейн Д.В. — Автоматизация создания организационно-распорядительных документов используя семантические сети фреймоподобного вида <i>Bluvshstein D.</i> — Automating the creation of organizational and administrative documents using frame-like semantic networks	65
Валишин Н.Т., Смойлов К.А., Бабина С.В. — Метод V-функции: к моделированию траекторно-волнового движения электрона в водородоподобном атоме <i>Valishin N., Smoylov K., Babina S.</i> — V-function method: to modeling trajectory-wave motion of an electron in a hydrogen-like atom.	72
Дорохин Р.А., Смирнов С.Н. — Разработка и реализация метода централизованной печати документов <i>Dorokhin R., Smirnov S.</i> — Development and implementation of a centralized document printing method	76
Думаев Р.И., Киряков И.М., Молодяков С.А. — Особенности предобработки и сегментации изображений в задаче обнаружения COVID-19 по рентгеновским снимкам <i>Dumaev R., Kiryakov I., Molodyakov S.</i> — Features of image preprocessing and segmentation in the task detection of COVID-19 by x-rays	88
Касюк С.Т., Диденко Г.А., Степанова О.А. — Классификация данных медицинских исследований с использованием языка R <i>Kasyuk S., Didenko G., Stepanova O.</i> — Classification of medical research data with R	96
Красавин Е.В., Гагарин Ю.Е., Полпудников С.В., Гагарина С.Н. — Аспекты выбора между туманными и облачными технологиями <i>Krasavin Ev., Gagarin Yu., Polpudnikow S., Gagarina S.</i> — Aspects of the choice between fog and cloud technologies	108
Операйло К.В., Якимов М.А., Новикова Е.Н., Дроздова В.И. — Математическое моделирование составления расписания пассажирского транспорта <i>Operailo K., Yakimov M., Novikova E., Drozdova V.</i> — Mathematical modeling for passenger transport scheduling	112
Розанов И.А., Ким Т.А., Сотников А.А. — Метод обнаружения быстроподвижных объектов в задачах гидролокации <i>Rozanov I., Kim T., Sotnikov A.</i> — The method of fast-moving object detection in sonar applications	117
Рыбак В.А., Римарев И.М. — Аппаратно-программный комплекс управления системой получения электрической и тепловой энергии для загородного дома <i>Rybak V., Rimarev I.</i> — Hardware-software complex for controlling the system for generating electrical and thermal energy for a country house	125
Сивцев А.О., Генералов А.В. — Моделирование ленточного конвейера зерна для его сортировки на основе спектрального анализа <i>Sivtsev A., Generalov A.</i> — Simulation of a consumer belt conveyor for its sorting based on spectral analysis	132
Смирнов С.П. — Идентификация обструкционных приемов в коммуникациях в ИТ-проектах и смягчение последствий их применения <i>Smirnov S.</i> — Identification and mitigation of obstructive communication techniques in IT projects	139
Смирнов С.П. — Автоматизация идентификации рисков. Метод улучшения результатов применения методики оценки видов и последствий отказов (FMEA) при создании и эксплуатации сложных технических систем <i>Smirnov S.</i> — Automation of risk identification. Method for improving the results of the application of FMEA while creation and operation of complex technical systems	151

- Тарасенко С.С.** — Применение искусственной нейронной сети в качестве односторонней функции с секретом
Tarasenko S. — Applied artificial neural network as a one-way function with a secret158
- Якушина С.И.** — Исследование проблемы прочности адгезионного соединения с применением современной технологии математического моделирования
Yakushina S. — Investigation of the problem of adhesive joint strength using modern mathematical modeling technology167
- Клиническая медицина
- Аллахвердян А.С., Анипченко А.Н., Анипченко Н.Н.** — Сравнительная оценка эффективности лапароторакоскопической эзофагэктомии с внутриплевральной эзофагогастропластикой и лапароскопической трансиатальной резекции пищевода с эзофагогастроанастомозом и фундопликацией при терминальной стадии ахалазии кардии
Allakhverdyan A., Anipchenko A., Anipchenko N. — Comparative evaluation of the effectiveness of laparothoracoscopic esophagectomy with intrapleural esophagogastroplasty and laparoscopic transhiatal resection of the esophagus with esophagogastroanastomosis and fundoplication in the terminal stage of cardia achalasia170
- Анипченко А.Н., Аллахвердян А.С., Анипченко Н.Н.** — Оценка нутритивного статуса у пациентов с ахалазией кардии
Anipchenko A., Allakhverdyan A., Anipchenko N. — Assessment of nutritional status in patients with achalasia of the cardia176
- Габаева К.К.** — Основные подходы к хирургическому ведению пациентов с желчнокаменной болезнью
Gabaeva K. — Basic approaches to the surgical management of patients with cholelithiasis182
- Евневич К.А.** — Структурный анализ зубочелюстных деформаций и нуждаемость в комплексном лечении пациентов с заболеваниями пародонта (ретроспективный анализ)
Evnevich K. — The specific features of the stomatological status and the scope of therapeutic and preventive measures in patients with periodontal disease.186
- Зотова Л.А.** — Экспертные вопросы в практике врача-ревматолога
Zotova L. — Expert questions in the practice of a rheumatologist189
- Каллаев Н.О., Атаев А.Р., Ганиев М.Х., Мирзоев Н.Э., Магарамов А.М. Огурлиев А.П., Османов Р.Т.** — Стабильно-функциональный остеосинтез переломов проксимального отдела костей предплечья
Kallaev N., Ataev A., Ganiev M., Mirzoev N., Magaramov A., Ogurliev A., Osmanov R. — Stable-functional osteosyntech of fractures of the proximal bones of the forearm194
- Камаева Т.А.** — Современные аспекты диагностики нарушения репродуктивной функции у женщин
Kamaeva T. — Modern aspects of diagnosing reproductive dysfunction in women201
- Меджидов Р.Т., Курбанисмаилова Р.Р., Мирзоев И.А., Абдуллаева А.З., Мерданова М.М.** — Лечебно-диагностическая тактика при вируснолитиазе и внутриparenхиматозных и сегментарных стриктурах панкреатического протока
Majidov R., Kurbanismailova R., Mirzoev I., Abdullaeva A., Merdanova M. — Therapeutic and diagnostic tactics for viruslithiasis and intraparenchymatous and segmental strictures of the pancreatic duct.205
- Микляев С.В., Сущенко А.В., Аверина А.С., Брыкина А.А., Афонина Е.С.** — Микробиология эндодонтических инфекций (обзор литературы)
Miklyaev S., Sushchenko A., Averina A., Brykina A., Afonina E. — Microbiology of endodontic infections...212
- Палютин Е.Ю., Тихомирова С.В., Сотина Е.М., Козловская И.А.** — Сравнительный анализ причин неразвивающейся беременности – взгляд акушера-гинеколога, патоморфолога и цитогенетика.
Palyutina E., Tikhomirova S., Sotina E., Kozlovskaya I. — Comparative analysis of the causes of non-developing pregnancy – the view of obstetrician-gynecologist, pathomorphologist and cytogeneticist.....218

Петрова О.М. — Коррекция нутритивного статуса у больных генерализованными формами рака желудочно-кишечного тракта <i>Petrova O.</i> — Correction of nutritional status in patients with generalized forms of cancer gastrointestinal tract224	Тотиков З.В., Тотиков В.З., Ибрагимов Л.А., Абдурзаков М.-С.А.-С., Тарамов У.У., Сарбашева М.М., Сарбашева З.М. — Несостоятельность колоректальных анастомозов: состояние проблемы <i>Totikov Z., Totikov V., Ibragimov L., Abdurzakov M.-S., Taramov U., Sarbasheva M., Sarbasheva Z.</i> — Colorectal anastomotic leak: state of the problem271
Рябая И.Н. — Особенности фибрилляции предсердий у пациентов с ожирением в условиях крайнего севера <i>Ryabaya I.</i> — Features of atrial fibrillation in obese patients in the far north230	Хабаров А.С., Комкина Н.Г., Шойхет Я.Н. — Роль аллерголога при выборе местного анестетика в детской стоматологии <i>Khabarov A., Komkina N., Shoikhet Ya.</i> — The role of an allergist in choosing a local anesthetic in pediatric dentistry280
Смирнова Н.Ю., Тришин Е.В., Шубин Л.Б. — Возможности верификации этиологии экссудативных плевритов на основе многомерного математического моделирования <i>Smirnova N., Trishin E., Shubin L.</i> — Possibilities of verifying the etiology of exudative pleurisy based on multivariate mathematical modeling237	Целкович Л.С., Балтер Р.Б., Ибрагимова А.Р., Иванова Т.В., Требунских А.С., Аюпова Н.Т., Блажнова Е.М. — Влияние перенесенного лечения миомы матки на рецепторный аппарат эндометрия <i>Tselkovich L., Balter R., Ibragimova A., Ivanova T., Trebunskikh A., Ayupova N., Blazhnova E.</i> — The effect of the transferred treatment of uterine fibroids on the receptor apparatus of the endometrium284
Сулягина В.С. — Рациональная тактика применения нутритивной поддержки при использовании химиотерапии: обзор литературы <i>Sulyagina V.</i> — Rational tactics for the use of nutritional support with chemotherapy: a literature review245	Ю Юаньбин, Косенков А.Н., Е Хаожань, Белов Ю.В. — Опыт хирургического лечения обструктивной формы гипертрофической кардиомиопатии у пациентов с SAM-синдромом и выраженной недостаточностью митральный клапана <i>You Yuanbing, Kosenkov A., Ye Haoran, Belov Yu.</i> — The obstructive hypertrophic cardiomyopathy surgical treatment experience in patients with SAM-syndrome and severe mitral insufficiency290
Татаркин В.В., Мовчан К.Н., Яковенко Т.В., Морозов Ю.М., Чернов К.Е., Творогов Д.А., Ярцев М.М., Коваленко С.А. — О возможностях повышения объективности оценки качества медицинской помощи в случаях острых хирургических заболеваний органов брюшной полости <i>Tatarkin V., Movchan K., Yakovenko T., Morozov Yu., Chernov K., Tvorogov D., Yartsev M., Kovalenko S.</i> — On the possibilities of increasing the objectivity of the quality assessment of medical care in cases of the abdominal cavity acute surgical diseases254	Информация Наши авторы. Our Authors299
Теувов А.А., Базиев А.М., Ловпаче З.Н., Лукьяева З.М. — Флегмона шеи, как осложнение паратонзиллярного абсцесса <i>Teuvov A., Baziev A., Lovpache Z., Lukiyaeva Z.</i> — Neck phlegmon as a complication of paratonsillar abscess265	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале305

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ PSEUDOMONAS AERUGINOSA С БАКТЕРИЯМИ III–IV ГРУППЫ ПАТОГЕННОСТИ

STUDY OF PSEUDOMONAS AERUGINOSA INTERACTION WITH PATHOGENICITY GROUP III–IV BACTERIA

N. Gandraburova
E. Harina
E. Bondar
A. Gadjiakhmedova
A. Seropova
A. Goncharenko

Summary. The article addresses the interaction of pathogenic and conditionally pathogenic microflora in microbiocenosis. The interaction of *Pseudomonas aeruginosa* strain with such opportunistic microorganisms as *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Alcaligenes faecalis*, *Staphylococcus aureus* was studied. The choice of microorganisms is associated with their wide distribution, they are frequent representatives of the dermal, oral and intestinal microflora of people, participate in the formation of biofilms. It was revealed that *Pseudomonas aeruginosa* does not have antagonistic properties in relation to the test strains of *St. aureus* and *C. albicans*, as well as its suppressive effect on test strains of *E. coli* and *Al. faecalis* was noted.

Keywords: *Pseudomonas aeruginosa*, antagonism, pathogenicity, cultivation, biofilm.

Гандрабунова Надежда Ивановна

Доцент, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
 nadivgan@mail.ru

Харина Елена Ивановна

Доцент, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
 euphorbia@mail.ru

Бондарь Елена Васильевна

Доцент, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
 evbondar68@gmail.com

Гаджирахмедова Айшат Гаджиевна

Ведущий специалист, ОАО НПК «ЭСКОМ»
 ayshat.gadzhiakhmedova@gmail.com

Серопова Александра Сергеевна

Ставропольский государственный медицинский университет
 gandraburova_sasha@mail.ru

Гончаренко Анастасия Олеговна

Аспирант, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
 aogoncharenko97@gmail.com

Аннотация. В статье затронуты вопросы взаимодействия патогенной и условно-патогенной микрофлоры в микробиоценозе. В работе изучено взаимодействие штамма *Pseudomonas aeruginosa* с такими условно-патогенными микроорганизмами как *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Alcaligenes faecalis*, *Staphylococcus aureus*. Выбор микроорганизмов связан с их широким распространением, они являются частыми представителями дермальной, оральной и кишечной микрофлоры людей, участвуют в формировании биопленки. Выявлено, что *Pseudomonas aeruginosa* не обладает антагонистическими свойствами по отношению к тест-штаммам *St. aureus* и *C. albicans*, а так же отмечено ее подавляющее действие на тест-штаммы *E. coli* и *Al. faecalis*.

Ключевые слова: *Pseudomonas aeruginosa*, синегнойная палочка, антагонизм, патогенность, культивирование.

Род *Pseudomonas* широко распространен в природе. Представители этого рода встречаются в почве, воздухе, пресноводных и морских водах, а также на коже и слизистых оболочках теплокровных животных, внутри их организмов, на поверхности растений в их ризосфере. Такая экологическая пластичность объясняется их способностью усваивать самые разнообразные по природе соединения. Псевдомона-

ды являются убиквидами — организмами, способными занимать различные экологические ниши [5].

P. aeruginosa относится к семейству *Pseudomonadaceae*. *Pseudomonas aeruginosa* (синегнойная палочка) грамтрицательная подвижная палочка, выраженный хемоорганотроф, строгий аэроб. Несмотря на то, что *Ps. aeruginosa* является основным

возбудителем псевдомонадных инфекций человека эта палочка входит в состав нормальной микрофлоры человека (выявляется у здоровых людей на коже паховой и подмышечных областей, ушей, на слизистой носа и глотки, в желудочно-кишечном тракте).

История открытия этого микроорганизма связана с описанием синегнойной инфекции Люке в 1862 г., который отмечал сине-зеленый цвет перевязочного материала. Первая вспышка гнойной инфекции, вызванная *Pseudomonas aeruginosa*, зарегистрирована в 1897 г., а уже спустя два года С.Н. Серковский, изучая особенности данной инфекции указывал, что синегнойная палочка свои патогенные свойства бактерии проявляет чаще в организме лиц с ослабленным иммунитетом [3, 8].

Патогенность *P. aeruginosa* обусловлена наличием факторов вирулентности, способствующих адгезии, инвазии и персистенции в тканях, цитотоксичности и стимуляции системного воспалительного ответа. *Pseudomonas aeruginosa* способна вызывать очаговые инфекционно-воспалительные процессы в органах и в системах органов, что связано с наличием у *P. aeruginosa* адгезинов, ферментов (нейраминидаза, гемолизина, протеазы и др.), она способна эффективно заселять в различные биотопы микроорганизма [2, 3, 7].

Стоит отметить, что синегнойная палочка в экотопах и очагах воспаления находится не изолированно, а в микробиоценозах. При этом между различными микроорганизмами формируются как симбиотические, так и конкурентные взаимоотношения [1, 2].

Последнее время появляются новые сведения о наличии сигнальной системы «quorum sensing», регулирующей продукцию факторов патогенности и способность к образованию биопленок, а также данные о особенностях механизмов развития устойчивости условно-патогенных бактерий к антибиотикам [4].

Сегодня отмечается рост числа заболеваний, вызываемых условно-патогенными микроорганизмами. Это связано с одной стороны с увеличением воздействия на организм неблагоприятных внешних факторов различной этиологии (антропогенного загрязнения окружающей среды, стрессов и др.), с другой стороны с развитием резистентных штаммов микроорганизмов, как следствия бесконтрольного приема антибиотиков [4, 6]. *Pseudomonas aeruginosa* способны выдерживать мощное антропогенное давление. Имея широкий спектр ферментов и плазмид, они быстро адаптируются в меняющихся условиях среды обитания. Экологические последствия этих изменений еще выявлены. Такого рода приспособления могут сопрягаться с при-

обретением микроорганизмами признаков, представляющих опасность для гидробионтов, наземных организмов и человека [3].

Целью исследования явилось изучение взаимодействия штамма *Pseudomonas aeruginosa* с некоторыми условно-патогенными микроорганизмами: *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Alcaligenes faecalis*, *Staphylococcus aureus*.

Выбор микроорганизмов для исследования обусловлен их широким распространением, к тому же это частые представители дермальной, оральной и кишечной микрофлоры человека они также участвуют в формировании биопленки [1].

В работе использовались штаммы:

1. *Pseudomonas aeruginosa* № 27/99 (синегнойная палочка), номер штамма 190087;
2. *Alcaligenes faecalis* № 415, номер штамма 242484;
3. *Candida albicans* ATCC24433, номер штамма 303901;
4. *Staphylococcus aureus* ATCC6538-P = FDA 209-P = NCTC7447 = CCM 2022 = CIP 53.156 = WDCM 00033, номер штамма 201108;
5. *Escherichia coli* ATCC25922 (F-50) = NCTC12241 = CCM 3954 = CIP 76.24 = WDCM 00013, номер штамма 240533.

Исследования осуществлялись методами перпендикулярных штрихов и агаровых блочков. Метод перпендикулярных штрихов заключался в посеве *P. aeruginosa* штрихом на поверхность агаровой среды в чашке Петри. Тестируемые штаммы микроорганизмов (*Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Alcaligenes faecalis*, *Staphylococcus aureus*) сеялись перпендикулярно штриху. Культивирование исследуемых образцов проводилось в аэробном термостате при t-35°C в течение 20–24 часов. Оценка взаимодействия штамма *Pseudomonas aeruginosa* с тестируемыми условно-патогенными микроорганизмами проводилась после учета зон роста культур. Если изучаемый организм оказывает антимикробное действие, то тест-культура микроорганизмов растёт вдали от штриха антагониста. Нечувствительные микроорганизмы развиваются в непосредственной близости от штриха изучаемого организма.

Метод агаровых блочков предполагает посев изучаемой культуры сплошным «газоном» на поверхности агаровой пластинки в чашке Петри. Через 24 часа культивирования в термостате из получившегося «газона» в асептических условиях вырезались блочки (диаметром 4–5 мм) и переносились на засеянную тест-орга-

Таблица 1. Результаты изучения взаимодействия *P. aeruginosa* с *E. coli*, *St. aureus*, *Al. faecalis*, *C. albicans* методом перпендикулярных штрихов через 12 и 24 часа культивирования, n=40

Тест-культуры	Расстояние от штриха <i>P. aeruginosa</i> до штриха тест-культуры, \pm мх* (мм)	
	12 ч культивирования	24 ч культивирования
<i>E. coli</i>	13,0 \pm 0,3	11,0 \pm 0,2
<i>St. aureus</i>	3,0 \pm 0,2	2,0 \pm 0,1
<i>Al. faecalis</i>	12,0 \pm 0,3	10,0 \pm 0,2
<i>C. albicans</i>	1,0 \pm 0,2	0

*мх — относительная погрешность измерения.

Таблица 2. Результаты изучения взаимодействия *P. aeruginosa* с *E. coli*, *St. aureus*, *Al. faecalis*, *C. albicans* методом агаровых блоков через 24 часа культивирования, n=84

Тест-культуры	Зона задержки роста, \pm мх* (мм)	Зона стимуляции роста, \pm мх* (мм)	Контроль \pm мх* (мм) — зона роста <i>P. aeruginosa</i> на питательной среде от края блока
<i>E. coli</i>	-	14,0 \pm 0,3	3,0 \pm 0,3
<i>St. aureus</i>	1,0 \pm 0,2	0	
<i>Al. faecalis</i>	-	10,0 \pm 0,2	
<i>C. albicans</i>	0	0	

*мх — относительная погрешность измерения.

низмами поверхность другой агаровой среды. Дальнейшее культивирование чашек с агаровыми блочками осуществлялось в аэробном термостате 20–24 часа. В случаях, когда выделяемый организмом антибиотик подавлял развитие тест-культуры микроорганизмов, то вокруг агарового блочка формировалась зона отсутствия роста.

Экспериментальная часть исследования реализовывалась на базе Научно-производственного концерна ОАО НПК «ЭСКОМ» (г. Ставрополь), анализ результатов проводился на базовой кафедре микробиологии медико-биологического факультета Северо-Кавказского федерального университета в период с 2021 по 2022 год.

Статистическую обработку полученных результатов исследований оформляли с использованием прикладных программных пакетов «Statistica for Windows», версия 6.0, и программного продукта «Microsoft Excel 2016».

Эксперимент проводили в два этапа. На I этапе штаммы микроорганизмов ОАО НПК «ЭСКОМ» реактивировали в течение суток в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами «Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней. СП 1.3.2322–08» утвержденными постановлением глав-

ного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2008 года № 4: *P. aeruginosa*, *E. coli*, *Al. faecalis*, *St. aureus* при температуре +35°C, *C. albicans* при температуре +25°C. Затем изучали взаимодействие микроорганизмов, используя метод перпендикулярных штрихов. *P. aeruginosa* высевали полоской на поверхность агаровой среды и перпендикулярно штриху подсеивали штаммы тест-культур (*E. coli*, *St. aureus*, *Al. faecalis*, *C. albicans*). Чашки выдерживали в термостате при температуре +35° С.

Расстояние от штриха *P. aeruginosa* до штриха изучаемой тест-культуры измеряли через 12 ч и 24 ч культивирования с точностью до 1 мм. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Расстояние от штриха *P. aeruginosa* до штриха тест-культуры *E. coli* составило через 12 ч культивирования 13,0 \pm 0,3 мм и 11,0 \pm 0,2 мм через 24 ч, до штриха тест-культуры *Al. faecalis* — через 12 ч культивирования 12,0 \pm 0,3 мм и 10,0 \pm 0,2 мм через 24 ч. Обнаружено подавляющее действие *P. aeruginosa* на *E. coli* и *Al. faecalis*.

На II этапе изучали взаимодействие микроорганизмов, используя метод агаровых блоков [7, 8]. Контролем служили чашки с блоками *P. aeruginosa*, помещенными на питательную среду без тест-культур. Результаты

учитывали по наличию или отсутствию зоны задержки/стимуляции роста вокруг блока с *P.aeruginosa*. Результаты представлены в таблице 2.

Вокруг блоков с *P. aeruginosa* через 24 часа культивирования на питательных средах в чашках, засеянных как *St. aureus*, так и *C. albicans* зоны подавления или стимуляции одного микроорганизма другим не обнаружено. Отмечено взаимодействие *P.aeruginosa* с тест-культурами *E.coli* и *Al.faecalis*. На чашках засеянных тест-культурой *E.coli* культура синегнойной палочки разрослась от края блока в диаметре до $14,0 \pm 0,3$ мм, что на $11,0$ мм больше, чем в контроле. На чашках засеянных тест-культурой *Al.faecalis* культура си-

нежной палочки разрослась от края блока в диаметре до $10,0 \pm 0,2$ мм, что $7,0$ мм больше, чем в контроле.

В ходе изучения взаимодействия *Pseudomonas aeruginosa* с бактериями III–IV группы патогенности выявили, что данная культура не обладает антагонистическими свойствами по отношению к *St.aureus* и *C.albicans*. Однако отмечено, что синегнойная палочка оказывает подавляющее действие на тест-культуры *E.coli* и *Al.faecalis*. Зафиксирована стимуляция роста синегнойной палочки тест-культурами, о чем свидетельствует зона роста *Pseudomonas aeruginosa* от края блока, превышающая контроль на $11,0$ и $7,0$ мм соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алыбаева А.Ж. Межмикробные взаимодействия в бактериально-грибковых ассоциациях условно-патогенных микроорганизмов / А.Ж. Алыбаева, Е.А. Олейникова, М.Е. Елубаева // Вестник Науки и Творчества. — 2020. — № 7(55). — С. 19–25.
2. Антагонистические взаимоотношения *Pseudomonas aeruginosa* с грамотрицательными бактериями / В.А. Гриценко, Т.М. Мругова, П.П. Курлаев [и др.] // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. — 2016. — № 4. — С. 5.
3. Бороздина И.Б. Сравнительная характеристика бактерий рода *Pseudomonas* при культивировании на искусственных питательных средах / И.Б. Бороздина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. — 2010. — № 2. — С. 67–71.
4. Помыткина, Т.Е. Новые сведения о формировании механизмов антибиотикорезистентности / Т.Е. Помыткина, В.К. Борзенков // Психология. Спорт. Здравоохранение: сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 27 февраля 2021 года. — Санкт-Петербург: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2021. — С. 30–32.
5. Псевдомонады. Род *Pseudomonas*. Синегнойная палочка. Эпидемиология синегнойной палочки. Распространенность синегнойной палочки. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — <https://meduniver.com/Medical/Microbiology/454.html> (Дата обращения: 10.11.2021)
6. Роль системы секреции III типа в развитии госпитальных инфекций, вызванных антибиотикорезистентными штаммами *Pseudomonas aeruginosa* / Н.А. Зигангирова, Л.Н. Нестеренко, Л.Н. Капотина [и др.] // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. — 2017. — Т. 19. — № 1. — С. 4–10.
7. Arzanlou, M. Intrinsic, adaptive and acquired antimicrobial resistance in Gramnegative bacteria // M. Arzanlou, W.C. Chai, H. Venter // Essays In Biochemistry. — 2017. — Vol. 61, No. 1. — P. 49–59. DOI: 10.1042/EBC20160063.
8. Hirabayashi, A. Risk factors for and role of OprD protein in increasing minimal inhibitory concentrations of carbapenems in clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa* / A. Hirabayashi, D. Kato, Y. Tomita, M. Iguchi, K. Yamada, Y. Kouyama, T. Yagi // Journal of Medical Microbiology. — 2017. — Vol. 66, No 11. — P. 1562–1570. DOI: 10.1099/jmm.0.000601.

© Гандрабурова Надежда Ивановна (nativgan@mail.ru), Харина Елена Ивановна (euphorbia@mail.ru),
Бондарь Елена Васильевна (evbondar68@gmail.com), Гаджихмедова Айшат Гаджиевна (ayshat.gadzhiahmedova@gmail.com),
Серопова Александра Сергеевна (gandrabuova_sasha@mail.ru), Гончаренко Анастасия Олеговна (aogoncharenko97@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА УЧАЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

PECULIARITIES OF THE PSYCHO- PHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF THE STUDENTS' ORGANISM UNDER THE CONDITIONS OF TECHNOGENIC ENVIRONMENTAL POLLUTION

**G. Zolotnikova
N. Zakharov
R. Kurguz**

Summary. The paper presents the results of a comprehensive study of physiological and mental adaptation indicators of adolescents, vocational college students from the areas with different values of technogenic pollution. The health pattern of the examined persons has been revealed, consisting in a decrease of functional capabilities of the physiological adaptation systems of the organism with an increase in the degree of technogenic loads. Informative tests were used to diagnose prenosological disorders of psychophysiological indicators of adaptational reactions in adolescents to the environmental factors. Among the preventive measures to maintain the health of young students in the conditions of the environmental disadvantage is of particular importance to address the problems of improving the functional capacity of the physiological and mental adaptation systems of the organism.

Keywords: technogenic pollution, students, adolescents, adaptation potential, ecopathology prevention.

Золотникова Галина Петровна

Доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО
«Брянский государственный университет имени
академика И.Г. Петровского»
gpzlot15@yandex.ru;

Захаров Никита Евгеньевич

Кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ
ВО «Брянский государственный инженерно-
технологический университет»
zaharov1602@yandex.ru;

Кургуз Роман Викторович

Кандидат биологических наук, преподаватель
ГАПОУ «Брянский базовый медицинский колледж»
rkurguz@rambler.ru;

Аннотация. В работе представлены результаты комплексного изучения показателей физиологической и психической адаптации подростков, учащихся колледжей профессионального образования, из районов с разными значениями техногенного загрязнения. Выявлены закономерности изменения здоровья обследованных лиц, заключающиеся в снижении функциональных возможностей физиологических систем адаптации организма при нарастании степени техногенных нагрузок. Используются информативные тесты для диагностики донозологических нарушений психофизиологических показателей адаптационных реакций у подростков на воздействия факторов внешней среды. В числе профилактических мероприятий по сохранению здоровья учащейся молодежи в условиях экологического неблагополучия особое значение имеет решение проблем повышения функциональных возможностей систем физиологической и психической адаптации организма.

Ключевые слова: техногенное загрязнение, учащиеся, подростки, адаптационный потенциал, профилактика экопатологии.

Введение

В настоящее время значительную актуальность приобретает проблема сохранения трудового потенциала страны, охрана здоровья учащихся системы профессионального образования. В решении этих вопросов важная роль принадлежит мероприятиям по снижению рисков развития экозависимой патологии.

Как отмечается в многочисленных исследованиях [2, 3, 6], техногенное загрязнение является одним из ведущих факторов негативного воздействия на здоровье

человека. В литературных источниках на протяжении ряда последних лет приводятся сведения о развитии повышенной заболеваемости, связанной с техногенным экологическим неблагополучием, среди представителей учащейся молодежи [1, 4].

Цель исследований

Учитывая актуальность данной проблемы, нами проведены комплексные исследования для обоснования направления профилактических мероприятий по предупреждению развития заболеваний, связанных с техногенным загрязнением, у подростков, учащихся

профессиональных колледжей. Исследованы психофизиологические показатели адапционных реакций организма в условиях различных техногенных нагрузок у практически здоровых лиц для возможного выявления донологических признаков риска развития экообусловленной патологии.

Методы исследований

Изучены показатели здоровья учащихся подростков из экологически различных районов с определением функционального состояния систем физиологической и психической адаптации организма. Показатели техногенного загрязнения в районах проживания учащихся изучены с использованием официальных статистических данных [5].

В нашем исследовании приняли участие подростки 15–17 лет, обоого пола, учащиеся колледжей профессионального образования (270 человек). С использованием общепринятых методов исследованы функциональные показатели адаптации различных систем организма у обследованных лиц: дыхательной, с определением жизненной емкости легких (ЖЕЛ); сердечно-сосудистой, с определением адаптационного потенциала кровообращения (АПК); центральной нервной системы, с определением различных составляющих скорости сенсомоторных реакций. Все результаты исследований обработаны статистически с определением показателей достоверности сравниваемых величин.

Результаты и обсуждение

В зависимости от характера и степени техногенного загрязнения районы проживания обследованных учащихся были разделены на пять экологических групп (ЭГ): I — относительно «экологически чистый» район — контроль; II — средний уровень химического загрязнения атмосферного воздуха; III — высокий уровень радиационно-химического загрязнения территорий; IV — высокий уровень токсико-химического загрязнения; V — высокий уровень радиационного загрязнения территорий.

Анализ заболеваемости студентов колледжей профессионального образования, приехавших на обучение из экологически различных районов Брянской области, по данным медицинской документации, выявил, что наиболее высокий процент практически здоровых лиц среди студентов, отнесенных к I группе здоровья, наблюдается в экологически «чистом» районе (I группа), а наиболее низкий — в IV и V группах ($p < 0,05$). Наиболее существенные различия выявлены в отношении показателей заболеваемости НЦД, которые оказались наиболее высокими у студенток из V экологической

группы, статистически достоверно отличаясь от показателей в I группе ($p < 0,05$). Наблюдаются более высокая распространенность заболеваний верхних дыхательных путей (ОРЗ, ОРВИ, трахеит) среди студентов из районов с повышенными химическими и радиационными нагрузками окружающей среды, по сравнению с I группой.

В исследованиях участвовали практически здоровые учащиеся, не имеющие клинически выраженных признаков заболевания.

Исследование функционального состояния респираторной системы показало, что процентное соотношение лиц со значениями жизненной емкости легких (ЖЕЛ) «ниже должного» уровня преобладает среди обследованных учащихся из наиболее загрязненных районов; так, в первой экологической группе (I ЭГ) у юношей 27,4%, у девушек 30,6%; а во второй, третьей и четвертой, пятой группах (II, III, IV, V ЭГ) процент лиц с показателями ЖЕЛ ниже «должной физиологической нормы» составляет, соответственно: 27,4; 40,3; 39,8; 51,4; 40,8 — у юношей; 30,6; 45,8; 54,3; 64,8; 47,6 — у девушек.

Таким образом, выявлено нарушение адаптации дыхательной системы, снижение функции внешнего дыхания у подростков, учащихся профессиональных лицеев, из техногенно-загрязненных районов, в большей степени выраженное в условиях химического загрязнения окружающей среды.

Результаты сравнительного анализа показателей адаптации сердечно-сосудистой системы среди учащихся учреждений начального профессионального образования из экологически различных групп также выявили существенные различия. При анализе средне-групповых значений адаптационного потенциала кровообращения (АПК) выявлены более неблагоприятные значения этого показателя, свидетельствующие о значительных нарушениях адаптации сердечно-сосудистой системы, в условиях экологического неблагополучия. Установлено статистически существенное, по сравнению с контрольной группой, превышение значений АПК, оцениваемое как «срыв механизмов адаптации», у юношей — из II, III и IV ЭГ, у девушек — в IV экологической группе.

По данным сравнительного анализа индивидуальных значений степени адаптации системы кровообращения, отмечается тенденция к увеличению количества лиц показателями, оцениваемыми как «напряжение механизмов адаптации» (АПК 2,11–3,20), среди юношей подростков в III и IV ЭГ (в 1,7 и 2,4 раза, соответственно), и у девушек — из IV и V ЭГ (в 2,4 и 2,8 раза, соответственно), по сравнению с контрольной группой (I ЭГ).

Установлена зависимость степени снижения показателей адаптации кардиореспираторной системы учащихся подростков от характера и степени техногенных нагрузок окружающей среды.

Показатели сенсомоторных реакций являются информативными тестами при оценке функционального состояния организма, отражая изменения центральной нервной системы. Изучение значений этих показателей для оценки влияния техногенных нагрузок на состояние ЦНС у обследованных подростков выявило следующее.

Сравнительный анализ времени простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) учащихся, проживающих в районах с разным уровнем техногенного загрязнения окружающей среды (ОС), выявил определенные различия.

Анализ среднегрупповых показателей времени ПЗМР юношей выявил статистически существенное увеличение времени ответной реакции у лиц из III, IV ЭГ ($266,6 \pm 8,93$ мс; $265,7 \pm 9,86$ мс, соответственно) по сравнению с контрольной группой ($229,1 \pm 5,68$ мс). Установлено статистически существенное увеличение времени ответной ПЗМР у девушек из III, IV и V ЭГ ($258,1 \pm 10,78$ мс; $283,9 \pm 11,14$ мс; $267,2 \pm 9,17$ мс, соответственно) по сравнению с контрольной группой, имеющей значения $228,7 \pm 6,31$ мс.

Сравнительный анализ среднегрупповых значений среднего квадратического отклонения (СКО) времени ПЗМР, выявил статистически существенное увеличение этого показателя у юношей из III и IV ЭГ ($76,2 \pm 7,18$ и $75,6 \pm 6,32$ мс, соответственно) и у девушек — из II, IV и V ЭГ ($68,7 \pm 3,56$, $86,4 \pm 5,72$ и $84,9 \pm 8,53$ мс, соответственно) по сравнению с контролем, что указывает на ухудшение стабильности реакций центральной нервной системы у лиц из техногенно-загрязненных районов.

У юношей из IV ЭГ выявлено статистически существенное уменьшение амплитуды моды времени ответной реакции ($32,7 \pm 1,69\%$) по сравнению с контролем ($39,2 \pm 1,68\%$), что отражает снижение уровня стабильности реакции и увеличение уровня централизации механизмов обработки информации.

В ходе анализа среднего количества ошибок, допущенных при проведении ПЗМР, установлено статистически существенное увеличение этого показателя у юношей из IV и V ЭГ ($2,21 \pm 0,254$ ед. и $1,94 \pm 0,168$ ед.), что выше по сравнению с контрольной группой в 2,1 и 1,9 раза, соответственно. Анализ среднего количества ошибок, допущенных девушками при прохождении ПЗМР, не выявил статистически существенной разницы, однако в целом показатели у лиц из загрязненных рай-

онов более низкие по сравнению с контрольной группой.

Анализ индивидуальных значений скорости реакции выявил наибольший процент лиц с высоким уровнем быстрой реакции у юношей из I ЭГ (13,0%) и V ЭГ (11,1%), во II и IV ЭГ учащихся с высоким уровнем быстрой реакции выявлено не было. У девушек высокий уровень быстрой реакции выявлен только у представительниц контрольной группы (4,2%). Наибольший процент юношей с низким уровнем быстрой реакции выявлен в III и IV ЭГ (21,4% и 35,7%), что превышает аналогичный показатель контрольной группы в 4,9 и 8,1 раза; у девушек — в III, IV и V ЭГ (21,4%, 41,7% и 31,2% соответственно), что выше аналогичного показателя у девушек в экологически условно чистом районе в 5,1; 9,9 и 7,4 раза, соответственно.

На основе индивидуальных показателей среднего времени ответной реакции и среднего квадратического отклонения времени реакций рассчитана интегральная оценка активации ЦНС. Наибольший процент юношей с высоким уровнем активации ЦНС отмечается в I ЭГ (13,7%), а в IV и V ЭГ подобных лиц не выявлено ($p < 0,05$). Наибольший процент юношей с низким уровнем активации ЦНС отмечается в IV ЭГ (21,5%) ($p < 0,05$), при этом в I и II ЭГ подобных лиц не выявлено.

Во всех обследованных группах девушек с высоким уровнем активации ЦНС выявлено не было. Наименьший процент девушек с уровнем активации ЦНС выше среднего отмечается во II и IV ЭГ (13,3% и 16,6% соответственно) ($p < 0,05$), что меньше аналогичного показателя контрольной группы в 3,4 и 2,7 раза, соответственно. Наибольший процент девушек с низким уровнем активации ЦНС отмечается у представительниц V ЭГ (18,6%) ($p < 0,05$), в I и II ЭГ подобных лиц не было.

Анализ среднегрупповых показателей времени сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР) юношей выявил статистически существенное увеличение времени ответной реакции у лиц из IV ЭГ ($428,7 \pm 16,50$ мс) по сравнению с контрольной группой ($379,8 \pm 11,46$). Установлено статистически существенное увеличение времени ответной СЗМР у девушек из III, IV и V ЭГ ($434,9 \pm 21,42$ мс; $453,9 \pm 20,79$ мс; $420,5 \pm 10,79$ мс.) по сравнению с контрольной группой — $377,9 \pm 8,77$ мс.

Таким образом, выявлены нарушения показателей сенсомоторных реакций у подростков, учащихся профессиональных колледжей, в определенной зависимости от характера и степени техногенного загрязнения, что отражает снижение адаптивных реакций центральной нервной системы на факторы экологического техногенеза.

Заключение

Выявлены закономерности изменения показателей здоровья подростков, учащихся профессиональных колледжей, в условиях современного техногеоза, заключающиеся в снижении психофизиологических показателей адаптационных реакций организма при нарастающей степени техногенных нагрузок окружающей среды.

В системе профилактических мероприятий по сохранению здоровья учащейся молодежи в условиях экологического неблагополучия особое значение имеет анализ донозологических изменений в организме, в частности, выявляемое с помощью общедоступных информативных тестов снижение показателей физиологической и психической адаптации, что позволит предупредить риск развития экозависимой патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцева Н.В. Научные принципы применения биомаркеров в медико-экологических исследованиях (обзор литературы) / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.П. Чащин // *Экология человека*. — 2019. — № 9. — С. 4–14.
2. Золотникова Г.П. Адаптационный потенциал организма лиц подросткового и юношеского возраста при спортивных нагрузках в современных экологических условиях. Монография / Г.П. Золотникова, Н.Е. Захаров. — Брянск: Изд-во «Белобережье», 2018 г. — 156 с.
3. Золотникова Г.П. Влияние техногенного загрязнения на показатели здоровья учащихся лицеев / Г.П. Золотникова, В.А. Капцов, Р.В. Кургуз // *Гигиена и санитария*. — 2017. — Т. 96. — № 5. — С. 470–474.
4. Золотникова, Г.П. Выявление рисков развития экозависимой патологии у населения в районах, ранжированных по степени техногенного загрязнения / Г.П. Золотникова, Э.В. Гегерь // *Экология человека*. — 2018. — № 4. — С. 10–17.
5. Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области. Годовой доклад о состоянии окружающей среды Брянской области в 2020 г. / Составители: Е.Г. Цублова, С.В. Лукашов // Департамент природных ресурсов и экологии Брянской области. — Брянск, 2021. — 258 с.
6. Рахманин, Ю.А. Гигиена окружающей среды: нормирование химического воздействия и оценка его риска здоровью / Рахманин Ю.А., Синицына О.О. // В книге: *Здоровье здорового человека. Научные основы организации здравоохранения, восстановительной и экологической медицины*. Руководство. — Москва, 2016. — С. 269–275.

© Золотникова Галина Петровна (rkurguz@rambler.ru), Захаров Никита Евгеньевич, Кургуз Роман Викторович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Брянский государственный университета им. акад. И.Г. Петровского

ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И НИЗКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИИ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ (ZEA MAYS L.)

COMBINED EFFECT OF ALTERNATING MAGNETIC FIELD AND LOW FREQUENCY VIBRATIONS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF SUGAR CORN (ZEA MAYS L.)

V. Kornienko
P. Kotyuk
A. Yaitsky

Summary. Article represents study results of combined effect of an alternating magnetic field and vibration on the growth and development of sugar corn (*Zea mays* L.). It was found that the effect of low-frequency vibration (8 Hz) creates an inhibitory effect at the early stages of ontogenesis of sugar corn, which signifiers itself in a significant decrease in growth indicators of plant's aboveground part (–60%) and underdevelopment of its root system (–60%). Outlined mechanical vibrations appear along the highways in industrial areas of the cities, and deemed to be a vibration-acoustic pollution of a territories. In general an effect of an alternating magnetic field with an amplitude of 1 mT and a frequency range of 10–50 Hz yields a stimulating effect on the early stages of ontogenesis of sugar corn («Proletarian», elite type, from 12% to 20% depending on magnetic field frequency). A maximum amount of plant morphometry obtained under alternating magnetic field of a 30 Hz frequency (+40% of stem development; +50% of root system development). By comparison with frequencies of 10, 20 and 40 Hz a stimulating effect was only 10–20%, and at 50 Hz the development as a stem was obtained at +30% and the main root +20%. Combined effect of alternating magnetic field and low-frequency mechanical vibration (8 Hz) showed a stimulating effect during ontogenesis phases (+16...+20%). Significant stimulating effect of vibration and magnetic field was found in experimental groups of 50 Hz and 40 Hz frequencies on the morphometry of aboveground parts of the plants (+20% and +50% respectively). At the same time, an effect on the root systems was minimal (only up to +10%). The inhibitory effect was detected in the group whose plants were affected by the combined action of 10 Hz alternating magnetic field and 8 Hz vibration. The study revealed seed treatment schemes that can be recommended for pre-sowing treatment of *Zea mays* L. (magnetic field of 30 Hz or 50 Hz frequency; magnetic field of 40 Hz or 50 Hz frequency in combination with vibration of 8 Hz).

Keywords: sugar corn, *Zea mays* L., pre-sowing treatment, alternating magnetic field, magnetic induction, vibration, ontogenesis, morphometry.

Корниенко Владимир Олегович

Старший преподаватель, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
kornienkovo@mail.ru

Котюк Полина Федоровна

Студент, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
pkotyuk01@mail.ru

Яицкий Андрей Степанович

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет»
yaitsky@sgspsu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения сочетанного действия переменного магнитного поля (ПемП) и вибрации на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays* L.). Установлено, что влияние низкочастотной вибрации (8 Гц) оказывает ингибирующее воздействие на ранних стадиях онтогенеза кукурузы сахарной, выражающееся в значительном снижении ростовых показателей её надземной части (–60%) и недоразвитости корневой системы (–60%) растений. В условиях промышленного города такие механические колебания присутствуют вдоль автомагистралей и входят в спектр вибрационно-акустического загрязнения территорий. Влияние переменного магнитного поля с амплитудой 1 мТл и частотным диапазоном 10–50 Гц в целом оказывает стимулирующее воздействие на ранние стадии онтогенеза кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита) (от 12% до 20% в зависимости от частоты). Максимальные значения в морфометрии растений (+40% — развитие стебля; +50% — развитие корневой системы) отмечены под влиянием переменного магнитного поля с частотой 30 Гц; тогда как в группах с частотой ПемП 10, 20 и 40 Гц стимулирующее действие составляло 10–20%, а при частоте 50 Гц отмечалось развитие как стебля (+30%), так и главного корня (+20%). При сочетанном действии ПемП и низкочастотной механической вибрации (8 Гц) отмечен стимулирующий эффект при прохождении фаз онтогенеза на 16–20%. В группах с частотами ПемП 50 Гц и 40 Гц выявлено значительное стимулирующее действие сочетанного влияния факторов на морфометрию надземной части растений (+20% и +50% соответственно), однако для корневой системы такое влияние было минимальным (до +10%). Ингибирующий эффект выявлен в группе, растения которой подверглись влиянию сочетанного действия ПемП с частотой 10 Гц и вибрации с частотой 8 Гц. Некоторые полученные схемы обработки семян магнитным полем (частота ПемП 30 Гц и 50 Гц) и в сочетании с вибрацией (частота ПемП 40 Гц + частота вибрации 8 Гц; частота ПемП 50 Гц + частота вибрации 8 Гц) можно рекомендовать для предпосевной обработки *Zea mays* L.



Введение

В настоящее время влияние физических факторов антропогенного происхождения на растительные организмы приобретает актуальное значение в рамках вопросов экологической безопасности, и, как отмечают многие ученые, для некоторых экосистем значительно превышает химическое воздействие [1; 2]. Сочетанное же влияние антропогенных факторов (физических и химических и/или комплекса физических факторов (например, вибрации и магнитного поля)) зачастую негативно отражается на ростовых процессах растительных организмов [2–4]. В условиях городской среды (вблизи и на территориях промышленных предприятий, на транспорте), в авиации, космических полетах широко распространены механические колебания (вибрации) и магнитные поля, которые являются одним из важных физических факторов, действующих на живые организмы [4–6]. Несмотря на распространенность магнитных полей и вибраций в биосфере, соответствующие разделы факториальной экологии разработаны в настоящее время недостаточно. Например, мало исследованы механизмы, и как следствие — физиологические процессы, проявляющиеся при действии переменного магнитного поля (ПеМП) и вибраций низкочастотного диапазона. Трудность оценки действия факторов заключается в сложности получения достаточного объема информации в природной среде, что заставляет переносить исследования в лаборатории. Это накладывает определенные ограничения на выбор объекта исследований. Опыт работы в экспериментальной экологии (как наш, так и других исследователей) дает основания считать, что одним из наиболее удобных объектов являются растения [3; 7; 8].

В предварительных экспериментах [9; 10] мы показали, что действие переменного магнитного поля на семена кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита) с экспозицией 15, 30, 45 и 60 минут отразилось на ранних стадиях онтогенеза растений. Были выявлены как ингибирующие эффекты, заключающиеся в торможении прохождения стадий онтогенеза и снижении ростовых показателей кукурузы сахарной, так и стимулирующие эффекты, которые возможно использовать в сельском хозяйстве в качестве метода предпосевной обработки семян.

Цель исследования

Целью настоящего исследования явилась оценка сочетанного действия уже ранее полученной схемы

Ключевые слова: кукуруза сахарная, *Zea mays* L., предпосевная обработка, переменное магнитное поле, вибрация, магнитная индукция, онтогенез, морфометрия.

обработки семян кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита) переменным магнитным полем ($B = 1$ мТл, $t = 60$ мин., $f_{\text{ПеМП}} = 50$ Гц) с расширением частотного диапазона ПеМП (10–50 Гц), а также низкочастотной вибрацией ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц, $t = 60$ мин.).

Материалы и методы

Обработка семян кукурузы сахарной происходила в течение 1 часа при постоянном значении магнитной индукции ПеМП (1 мТл) и в диапазоне частот от 10 Гц до 50 Гц с шагом 10 Гц (табл. 1).

Для получения сочетанного эффекта действия вибрации и переменного магнитного поля дополнительно были сформированы выборки, которые подвергались низкочастотной вибрации со значением 8 Гц (табл. 1). Каждая выборка состояла из 50 семян в 3-кратной повторности.

Семена подвергали обработке физическими факторами в сухом состоянии, затем образцы помещались в ростовую камеру, при этом подложкой для семян служила влажная фильтровальная бумага. Полив осуществляли только дистиллированной водой. Семена проращивали при температуре $+20$ °С. Энергию прорастания и всхожесть семян определяли в сроки, указанные в ГОСТ 12038–84 [11]: на 3-е сутки (энергия прорастания) и 8-е сутки (всхожесть). После завершения эксперимента оценивали среднюю длину стебля и главного корня в каждой из выборок ($l_{\text{ср.}}$). Для удобства сравнения результаты, полученные в опытных выборках, относили к контрольным: $\text{длина} = l_{\text{ср. опыт}} / l_{\text{ср. контроль}}$. Все полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики с использованием пакета компьютерных программ «Statistica».

Установка для облучения семян растений переменным магнитным полем. В отделе физики магнитных явлений и высокотемпературной сверхпроводимости научно-исследовательской части Донецкого национального университета была спроектирована магнитная установка для обработки и модификации биологических объектов. Установка для обработки семян растений переменным магнитным полем представлена на рис. 1. В состав установки входит усилитель, генератор частот специальной формы Гб 28, осциллограф для контроля типа сигнала, его частоты и амплитуды, а также две катушки, внутри которых и происходит обработка переменным магнитным полем.

Таблица 1. Схема обработки семян *Zea mays* L.

Название группы	Описание
К	Контрольная группа растений без влияния физических факторов
В	Вибрация ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц)
Облучение переменным магнитным полем	
1	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 10$ Гц)
2	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 20$ Гц)
3	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 30$ Гц)
4	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 40$ Гц)
5	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 50$ Гц)
Сочетанное действие переменного магнитного поля и вибрации	
6	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 10$ Гц) + вибрация ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц)
7	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 20$ Гц) + вибрация ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц)
8	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 30$ Гц) + вибрация ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц)
9	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 40$ Гц) + вибрация ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц)
10	ПеМП ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПеМП}} = 50$ Гц) + вибрация ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц)

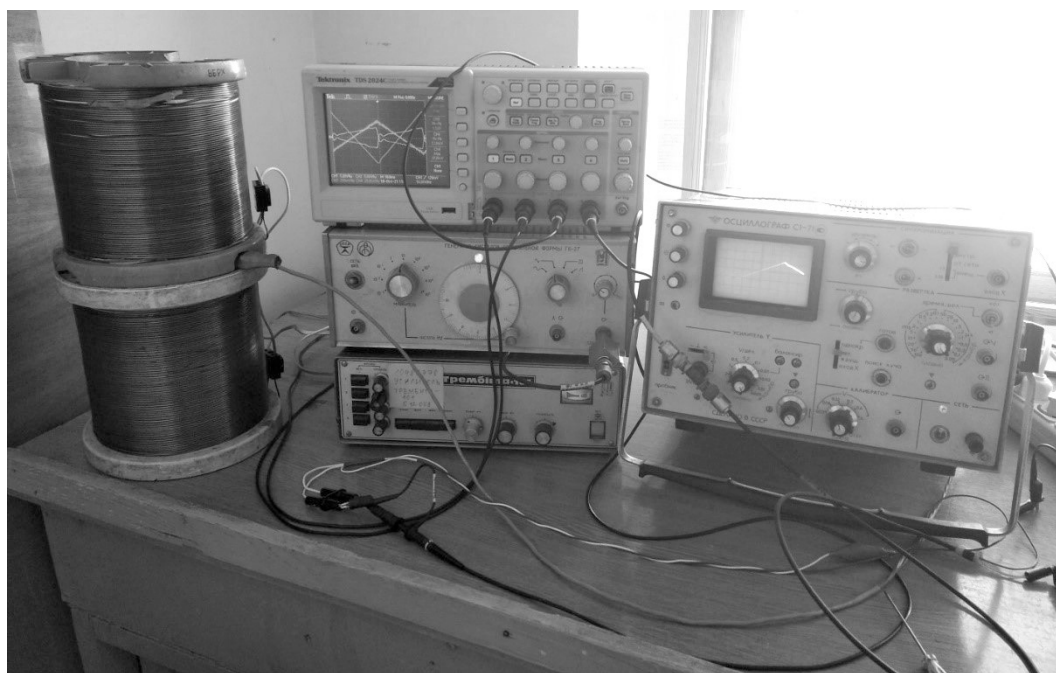


Рис. 1. Экспериментальная установка по обработке семян растений переменным магнитным полем

Установка для обработки семян растений вибрацией

Для получения эффекта сочетанного действия ПеМП и вибрации, после облучения семян растений ПеМП различной частоты в течение 1 часа семена сразу с магнитной установки переносились на вибрационную установку. Время экспозиции на вибрационной установке также составляло 1 час. Схема вибрационной установки приведена на рис. 2.

Результаты и обсуждение

Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля и вибрации (8 Гц) на онтогенез кукурузы сахарной.

Онтогенез семян растений является важным показателем устойчивости растений к действию антропогенных факторов. Достоверно установлено, что при сочетанном действии переменного магнитного поля ($f_{\text{ПеМП}}$



Рис. 2. Экспериментальная вибрационная установка для обработки семян низкочастотной вибрацией

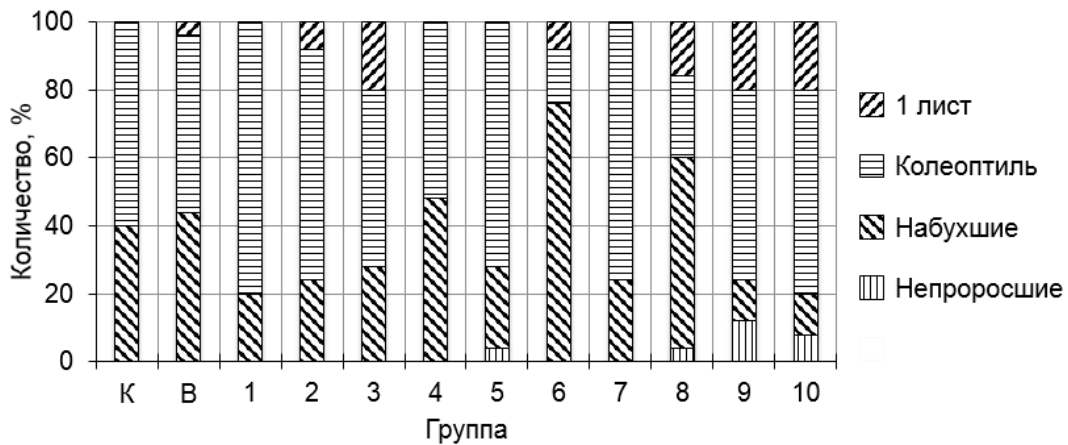


Рис. 3. Онтогенез *Zea mays* L. на 8-е сутки эксперимента под влиянием ПемП и вибрации (8 Гц)

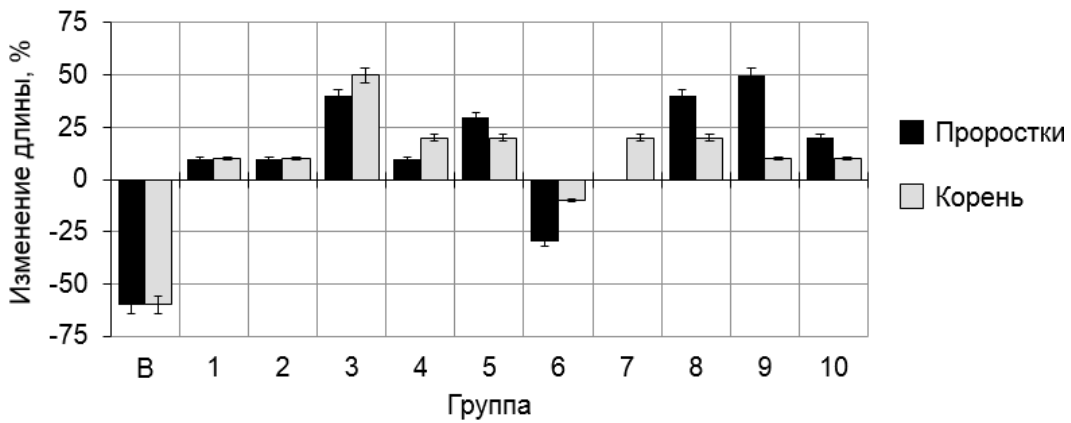


Рис. 4. Влияние облучения переменным магнитным полем и обработки вибрацией на длину надземной части и корневой системы *Zea mays* L. для всех групп растений.
Примечание: 0% — контрольная группа

= 10 Гц и 30 Гц) и вибрации ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц) на ранних стадиях онтогенеза наблюдается торможение в прохождении фаз развития (соответственно группы № 6 и № 8 на рис. 3). До 6–8% семян не проросли во всех повторностях, и на $\approx 30\%$ происходило снижение развития уже проросших семян (рис. 3).

Нейтральный эффект по количеству образцов в определенной стадии развития можно было наблюдать в группе, семена которой обрабатывались только механической вибрацией с частотой 8 Гц (группа «В»). Однако если учитывать нормальность развития кукурузы для этих стадий онтогенеза, то можно достоверно

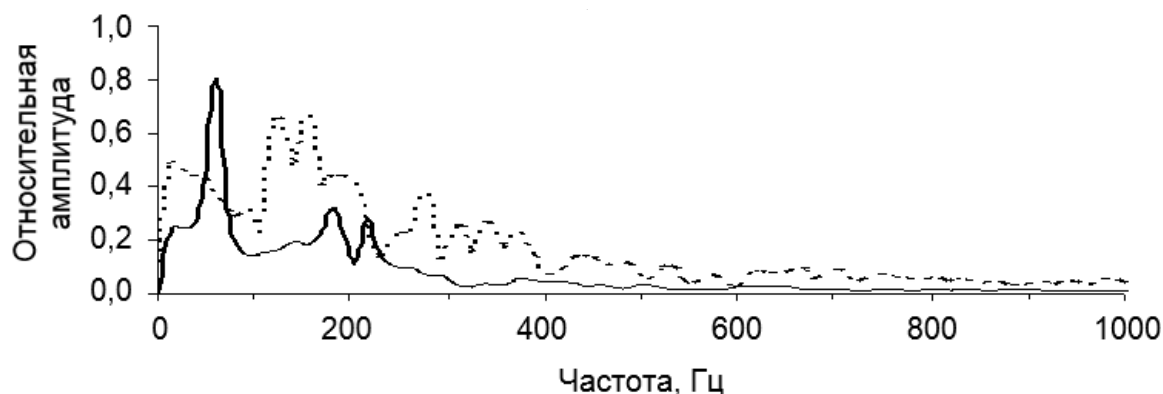


Рис. 5. Амплитудные спектры вибраций, передающихся на деревья тополя черного от движения автотранспорта в городе Донецке (по [13]).

Примечания: сплошная линия — лёгкие грузовые автомобили; пунктирная линия — тяжёлые грузовые автомобили

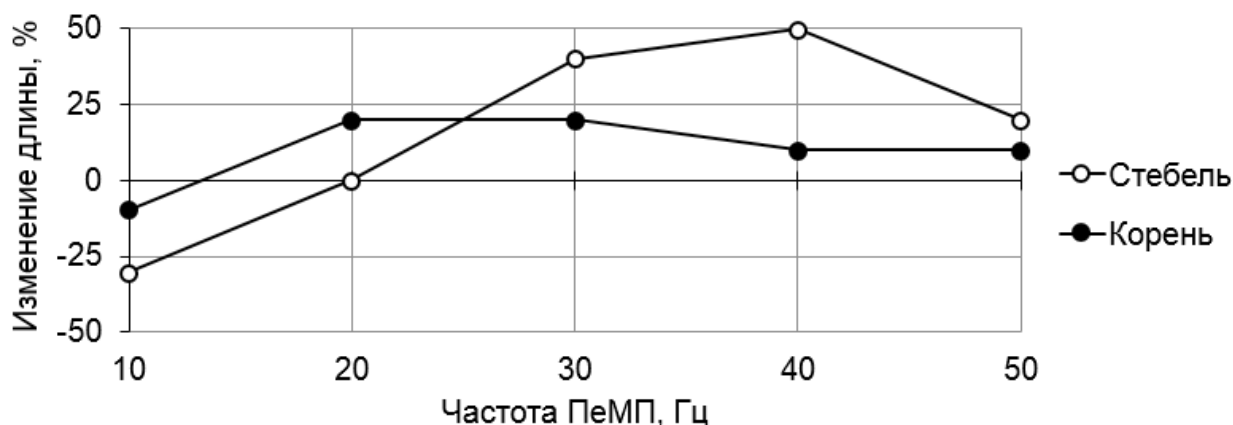


Рис. 6. Влияние сочетанного действия ПеМП (10–50 Гц) и вибрации (8 Гц) на изменение длины (%) надземной части растений и главного корня *Zea mays* L.

Примечание: 0% — контрольная группа

отметить ингибирующий эффект, связанный с явными аномалиями развития организма, выражающийся в значительном снижении ростовых показателей надземной части и недоразвитости корневой системы растений (недоразвит главный корень, а придаточные или отсутствовали совсем, или по количеству их было не более 1–3 шт.).

Стимулирующий эффект переменного магнитного поля в различных сериях проявился в следующих экспериментальных группах: № 1 (+20% в сравнении с контрольной группой), № 2 (+16%), № 3 и № 5 (+12%). При сочетанном действии низкочастотной механической вибрации (8 Гц) и ПеМП в целом отмечали стимулирующий эффект при прохождении фаз онтогенеза на 16–20% (группы № 7, № 9 и № 10), однако в группах № 9 и № 10 доля непроросших семян варьировала от 8% до 12%.

Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля и вибрации (8 Гц) на морфометрию надземной части и корневой системы кукурузы сахарной.

Достоверное ($p < 0,01$) снижение ростовых показателей как надземной части, так и корневой системы кукурузы сахарной отмечали у двух групп растений («В» и № 6). В группе «В», растения которой в сухом состоянии обрабатывались только механической вибрацией частотой 8 Гц, отмечали критическое снижение длины стебля и главного корня со значениями –60% (рис. 4).

Следует отметить, что низкочастотная вибрация (рис. 5) является распространенной в спектре вибрационно-акустического загрязнения промышленных городов, источником которого является автотранспорт [12; 13].

Во второй группе растений, которые подверглись ингибирующему влиянию сочетанного действия ПемП ($B = 1$ мТл, $f_{\text{ПемП}} = 10$ Гц) и вибрации ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц) (группа № 6), отмечали нарушения ростовых процессов надземной части на -30% , а корневой системы на -10% (рис. 4). Интересен тот факт, что при наложении физических полей ингибирующий эффект только механических колебаний (для группы «В») сглаживается и является не столь критичным (рис. 4).

Если проследить ход кривой биологического ответа организма (изменение морфометрии стебля и главного корня) на влияние сочетанного действия вибрации и ПемП в зависимости от частоты переменного магнитного поля, то мы можем обнаружить некое подобие накопительного положительного эффекта до значения частоты ПемП 40 Гц (для стебля) и 30 Гц (для главного корня), затем стимулирующее действие спадает и при $f_{\text{ПемП}} = 50$ Гц составляет 10–20% от контрольной группы (рис. 6).

В целом, в группах № 1–5 (влияние ПемП частотой 10–50 Гц) и в группах № 7–10 (сочетанное действие ПемП и вибрации) наблюдали стимулирующее действие физических факторов (рис. 4). Максимальные значения в развитии растений отмечены в группах № 3 и № 8 — влияние ПемП с частотой 30 Гц (+40% развитие стебля; +50% развитие корневой системы) и влияние ПемП с частотой 30 Гц + вибрация 8 Гц (+40% развитие стебля; +20% развитие корневой системы). В группе № 8 от 15% до 20% растений находились в фазе 1 листа, в связи с этим по сравнению с контролем именно их вклад давал высокие морфометрические показатели, и поэтому данные не совсем согласуются с результатами оценки онтогенеза растений.

Также необходимо выделить группу № 5 (ПемП 50 Гц), в которой отмечали развитие как стебля (+30%), так и главного корня (+20%). В группах № 9 и № 10 выявили значительное стимулирующее действие сочетанного влияния факторов на надземную часть растений (+50% и +20% соответственно), однако для корневой системы такое влияние было минимальным (до +10%).

Заключение

В результате проведенных нами исследований было установлено следующее:

1. Влияние низкочастотной вибрации (8 Гц) оказывает ингибирующий эффект на ранних стадиях онтогенеза кукурузы сахарной, выражающийся в значительном снижении ростовых показателей ее надземной части (-60% в сравнении с контрольной группой) и недоразвитости корневой системы растений (-60% в сравнении с контроль-

ной группой). В условиях промышленного города такие механические колебания присутствуют вдоль автомагистралей и входят в спектр вибрационно-акустического загрязнения территорий.

2. Влияние переменного магнитного поля с амплитудой 1 мТл, временем экспозиции 60 мин. и частотным диапазоном 10–50 Гц в целом имеет стимулирующий эффект на ранние стадии онтогенеза кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита): от 12% до +20% в сравнении с контрольной группой. Максимальные значения в морфометрии растений (+40% — развитие стебля; +50% — развитие корневой системы) отмечены в группе, подвергшейся влиянию ПемП с частотой 30 Гц. В группах, облученных ПемП с частотами 10, 20 и 40 Гц стимулирующее действие составляло 10–20%. При максимальной частоте (50 Гц) отмечалось как развитие стебля (+30%), так и главного корня (+20%).
3. При сочетанном действии низкочастотной механической вибрации ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц, $t = 60$ мин.) и ПемП ($B = 1$ мТл, $t = 60$ мин., $f_{\text{ПемП}}$ от 10 Гц до 50 Гц с шагом 10 Гц) отмечали стимулирующий эффект при прохождении фаз онтогенеза на 16–20% (группы, подвергшиеся вибрации ПемП в 20 Гц, 40 Гц, 50 Гц). Однако в двух последних группах фиксировались непроросшие семена (от 8% до 12%); также в этих группах выявлено значительное стимулирующее действие сочетанного влияния факторов на морфометрию надземной части растений (+50% при $f_{\text{ПемП}} = 40$ Гц и +20% при $f_{\text{ПемП}} = 50$ Гц), но для корневой системы такое влияние было минимальным (до +10%). Ингибирующий эффект получен в группе, растения которой подверглись влиянию сочетанного действия ПемП ($f_{\text{ПемП}} = 10$ Гц) и вибрации ($f_{\text{вибр.}} = 8$ Гц): нарушения ростовых процессов для надземной части составляли -30% , а корневой системы -10% .

Таким образом, нами установлены экологически безопасные параметры переменного магнитного поля ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПемП}}$ от 10 до 50 Гц) на семена кукурузы сахарной. Некоторые полученные схемы обработки семян магнитным полем ($B = 1$ мТл; $f_{\text{ПемП}} = 30$ Гц и 50 Гц) можно рекомендовать для предпосевной обработки *Zea mays* L. как наиболее оптимальные.

Использование механических колебаний для улучшения качества посадочного материала является актуальной задачей и экономически выгодной технологией. Однако, исходя из результатов проделанной работы, можно сделать вывод о сложной реакции растений в системе «эффект/доза» на сочетанное действие низкочастотной вибрации и переменного магнитного поля. Из опробованных параметров оптимальными для

предпосевной обработки являются следующие: $f_{\text{ЛемП}} = 40 \text{ Гц} + f_{\text{вибр.}} = 8 \text{ Гц}$ и $f_{\text{ЛемП}} = 50 \text{ Гц} + f_{\text{вибр.}} = 8 \text{ Гц}$ с временем экспозиции в каждой среде 1 час.

С позиций экологической безопасности рекомендуется снижение воздействия низкочастотной вибрации от автотранспорта с помощью использования в озеле-

нении промышленных городов схем гашения техногенных вибраций грунта методом подбора защитных зеленых насаждений, устойчивых к вибрации (с учетом ярусности), и использования схемы посадки в виде интерференционной гексагональной решетки с периодом, кратным половине длины волны грунта (например, по методу М.В. Нецветова [14]).

ЛИТЕРАТУРА

1. Маренко Ю.А., Ларионов В.Г. Виды антропогенного загрязнения окружающей природной среды и его влияние на здоровье населения городов как фактор национальной безопасности // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 27–34.
2. Нецветов М.В. Совместное действие вибрации и химических медиаторов на рост ячменя посевного // Промышленная ботаника. 2008. № 8. С. 35–40.
3. Хиженков П.К., Добрица Н.В., Нецветов М.В. Сочетанное действие переменных магнитных полей и некоторых химических веществ на прорастание ячменя // Электронная обработка материалов. 2004. № 4. С. 83–86.
4. Хиженков П.К., Нецветов М.В. Накопление свинца растениями под влиянием электрических токов и вибраций // Экология и ноосферология. 2006. Т. 17, № 1–2. С. 51–54.
5. Протасов В.Р., Бондарчук А.И., Ольшанский В.М. Введение в электроэкологию. М.: Наука, 1982. 335 с.
6. Романов С.Н. Биологическое действие механических колебаний. Л.: Наука: Ленингр. отд-ние, 1983. 208 с.
7. Аксенов С.И., Грунина Т.Ю., Горячев С.Н. Особенности влияния низкочастотного магнитного поля на набухание семян пшеницы на различных стадиях // Биофизика. 2001. Т. 46, вып. 6. С. 1127–1132.
8. Белова Н.А., Леднев В.В. Влияние крайне слабых переменных магнитных полей на гравитропизм растений // Биофизика. 2001. Т. 46, вып. 1. С. 122–125.
9. Корниенко В.О., Котюк П.Ф., Яицкий А.С. Влияние переменного магнитного поля (1–14 мТл) на рост и развитие кукурузы сахарной // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021. № 11. С. 17–23. DOI: 10.37882/2223–2966.2021.11.12.
10. Корниенко В.О., Котюк П.Ф., Яицкий А.С. Влияние переменного магнитного поля с различным временем экспозиции на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) // Естественные и технические науки. 2021. № 11 (162). С. 57–61. DOI: 10.25633/etn.2021.11.02.
11. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа: сб. ГОСТов. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. 47 с.
12. Нецветов М.В., Сулова О.П. Вібраційний вплив автомобільного транспорту на дерева придорожніх смуг // Вісник Львівського ун-та. Серія Біологічна. 2008. Вып. 48. С. 75–82.
13. Нецветов М.В., Хиженков П.К., Сулова Е.П. Введение в вибрационную экологию. Донецк: Вебер, 2009. 164 с.
14. Нецветов М.В. Спосіб гашення техногенних коливань ґрунту з використанням деревних рослин: патент на корисну модель № 69139, від. 25.04.2012.

© Корниенко Владимир Олегович (kornienkovo@mail.ru),

Котюк Полина Федоровна (pkotyuk01@mail.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@sgspu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОХРАНЕНИЕ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ В РАЙОНАХ С ИНТЕНСИВНОЙ УГЛЕДОБЫЧЕЙ

PRESERVATION OF RARE PLANTS IN INTENSIVE COAL MINING AREAS

**A. Kupriyanov
O. Klimova**

Summary. Together with Kuzbassrazrezugol Management Company JSC, a program was implemented to preserve the floristic diversity of rare and endangered plants whose populations fall under coal mining. Preservation of rare and endangered plants in situ was carried out on the territory of the regional botanical reserve "Bachatsky Sopki", and ex situ on the territory of the Kuzbass Botanical Garden. On the territory of the reserve, 6 species of plants included in the Red Book of Kuzbass were planted. 50 species of steppe plants were planted on the rocky hill, 11 of them are included in the Red Book of Kuzbass. As a result, it was found that the most reliable way to preserve populations of rare and endangered plants is the ex situ transfer of plants.

Keywords: Kuzbass, rare and endangered plants, ex situ, in situ conservation.

Куприянов Андрей Николаевич

Доктор биологических наук, профессор
Главный научный сотрудник, Кузбасский
ботанический сад Федерального научного центра Угля
и углехимии СО РАН, Кемерово
Kupr-42@yandex.ru

Климова Ольга Александровна

Кандидат биологических наук, старший научный
сотрудник Кузбасский ботанический сад Федерального
научного центра Угля и углехимии СО РАН, Кемерово
olia_1983kem@mail.ru

Аннотация. Совместно с АО «Кузбассразрезуголь» реализована программа сохранения флористического разнообразия редких и исчезающих растений, популяции которых попадают под угольные разработки. Сохранение редких и исчезающих растений in situ проводилось на территории регионального ботанического заказника «Бачатские сопки», а ex situ и на территории Кузбасского ботанического сада. На территории заказника высажено 6 видов растений, включенных в Красную книгу Кузбасса. На каменистой горке было высажено 50 видов степных кальцефитных растений, их них 11 внесены в Красную книгу РФ и Кузбасса. Установлено, что наиболее надежным способом сохранения популяций редких и исчезающих растений является перенос растений ex situ.

Ключевые слова: Кузбасс, редкие и исчезающие растения, сохранение растений ex situ, in situ.

Введение

Биологическое разнообразие является главным природным ресурсом планеты для поступательного эволюционного развития человеческой цивилизации. Это главная не переходящая ценность, которая имеет экономическое, экологическое социальное значение. Оно является залогом сохранения стабильности биосферы, необходимой для биологического существования человека.

В 1992 году в Рио-де-Жанейро была принята Конвенция о сохранении биологического разнообразия. Основная цель Конвенции — сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и ответственность каждого государства за сохранение биоразнообразия, обитающего на его территории [1].

Главной причиной уменьшения количества биологического разнообразия является деятельность человека по преобразованию биосферы.

Основными угрозами биологическому разнообразию являются: уничтожение, разрушение и загрязнение местообитаний, чрезмерное изъятие и истребление природных популяций животных и растений, интродукция чужеродных видов, распространение болезней животных и растений.

Особенно сложной экологической ситуацией складывается в Кузбассе. Ежегодно на поверхность извлекается около 450 млн. т. вскрышных и вмещающих пород, более 14 млн. т. отходов углеобогащения, 3 млн. т. золошлаковых отходов [2,3]. На 1 млн. т. добытого угля приходится 36 га уничтоженного слоя плодородной почвы [4]. По оценкам специалистов площадь нарушенных зе-

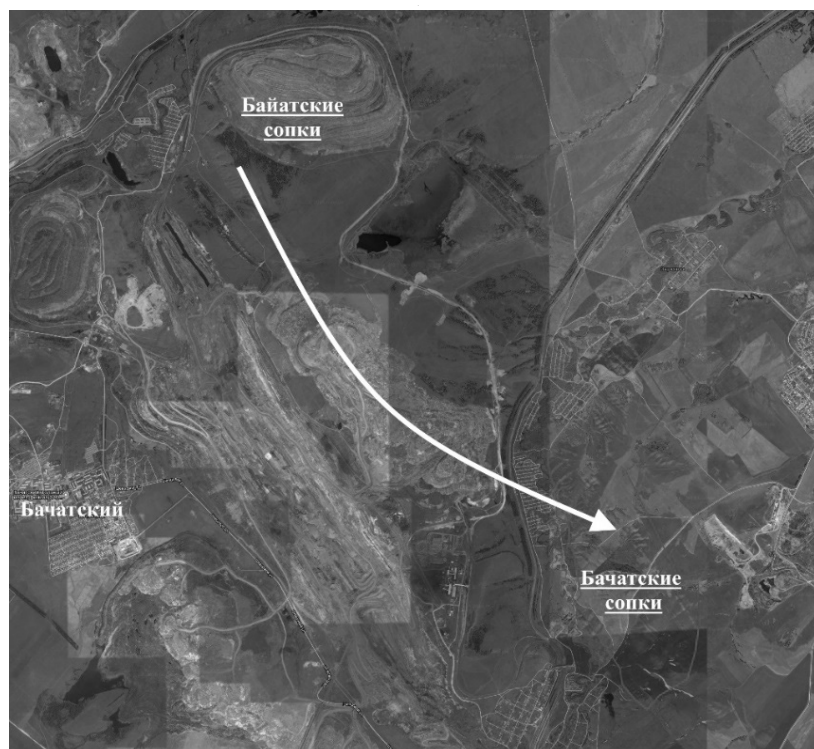


Рис. 1. Схема переноса растений из территории угольного разреза на территорию заказника «Бачатские сопки»

мель в Кузнецком угольном бассейне составляет не менее 91,7 тыс. га, включая и зоны подтопления в районах закрытых угольных шахт [5]. К 2025 году общий объем добычи угля планируется увеличить до 270 млн. тонн в год [6]. Прогнозная площадь отвалов увеличится на 20% и достигнет к тому времени 120–150 тыс. га. Это неизбежно приведет к усугублению и без того крайне сложной экологической обстановки в Кузнецкой котловине, где сосредоточено 70% населения [7].

Не простая ситуация с сохранением флористического разнообразия сложилась вокруг Бачатского угольного разреза, расположенного в Беловском городском округе Кемеровской области. На территории горного отвода находится участок степи с чрезвычайно богатым флористическим составом [8], который неизбежно попадает под угольные разработки. В качестве офсета возле Бачатского угольного разреза был создан региональный ботанический заказник «Бачатские сопки» на площади 709 га. [9]. Тем не менее, остался степной участок около 200 га на котором произрастает 11 видов растений, внесенных в Красную книгу Кузбасса [10].

Для сохранения этих видов принято решение — сохранение растений *in situ* — перенос части популяций на территорию регионального заказника, а также *ex situ* — сохранение резервной части популяции попу-

ляций на территории Кузбасского ботанического сада ФИЦ УУХ СО РАН.

Объекты и методы исследования

Для переноса растений выбран участок Бачатских сопкок аналогичный сопкам, расположенным на территории угольного разреза. Особенностью этих сопкок является то, что они сложены известняками, на них сформировались кальцефитно-петрофитные степные сообщества. Структура почвенного покрова определяется глубиной залегания массивных коренных пород, экспозицией склонов и положением на склоне и представлена маломощными черноземом выщелочным с залеганием карбонатов на глубине 1,5–2,0 см [11] (рис. 1). Перенос растений осуществлялся осенью 2018 и весной 2019 гг.

Переносились следующие растения: *Achnatherum sibiricum* (L.) Keng ex Tzvelev; *Allium vodopjanovae* Friesen; *Gypsophila patrinii* Ser.; *Linum perenne* L. *Phlox sibirica* L.; *Thymus marschallianus* Willd. Перенос осуществлялся либо семенами, либо живыми растениями. Состояние растений оценивалась ежегодно

Сбор семян для изучения особенностей выращивания растений *ex situ* проводился летом и осенью

Таблица 1. Состояние растений при сохранении in situ при переносе с горного отвода на территорию заказника «Бачатские сопки»

Виды растений	Способ переноса	Время переноса	Состояние	
			01.09.2019	01.09.2022
<i>Achnatherum sibiricum</i>	Семена	15.08.2018	нет всходов	Единичные всходы
<i>Adonis villosa</i>	Семена	15.06.2018	нет всходов	Единичные имматурные особи
	живые растения	15.06.2018	хорошее	Хорошее, цветут.
<i>Allium vodopjanovae</i>	живые растения	06.05.2019	хорошее	Активное вегетативное размножение
<i>Gypsophila patrinii</i>	семена	15.08.2018	единичные всходы	Единичные виргинильные особи
	живые растения	06.05.2019	хорошее	Погибли
<i>Linum perenne</i>	семена	15.08.2018	Обильные всходы	Хорошее, цветут, образуют самосев
<i>Phlox sibirica</i>	живые растения	15.05.2018, 06.05.2019	остался 1 раст.	растения погибли
<i>Thymus marschallianus</i>	живые растения	06.05.2019	плохое	Погибли



Рис. 2. Каменистая горка. Западная сторона: 4. **Phlox sibirica*; 5. *Aster alpinus*; 6. **Allium vodopjanovae*; 22. *Crambe tatarica*; 23. **Ziziphora clinopodioides*; 24. **Thymus marschallianus*; 25. *Aconitum anthoroideum*; 26. *Aegopodium podagraria*; 27. *Origanum vulgare*; 28. *Veronica incana*; 29. *Achillea asiatica*; 30. *Potentilla chrysantha*.
(* растения Красной книги Кузбасса).

Таблица 2. Состояние редких и исчезающих растений в культуре

Виды растений	Особенности агротехники	Особенности онтогенеза	Класс перспективности
<i>Achnatherum confusum</i>	Из посевного отделения сеянцы высаживаются на постоянное место с расстоянием 10×10 см	Развивается медленно, в культуре к цветению не приступил	III
<i>Adonis villosa</i>	Семена обладают длительным эндогенным покоем, связанным с недоразвитием зародыша семени, покой семян длится 60–70 дней. Сеянцы из посевного отделения высаживаются на постоянное место на третий год с расстоянием 15×15 см	Зацветает в культуре на 4-й год, в культуре устойчив	II
<i>Allium vodopjanovae</i>	Из посевного отделения сеянцы высаживаются на постоянное место с расстоянием 10×10 см	В условиях культуры единичные особи зацветают на второй год, интенсивно размножаются вегетативно, в культуре устойчив	II
<i>Astragalus follicularis</i>	Семена твердосемянные, требуют скарификации, всходят через год, на постоянное место пересаживаются на третий год с расстоянием 10×10 см	Необходимо разрабатывать технологию выращивания и содержания в культуре	II
<i>Gypsophila patrinii</i>	Из посевного отделения сеянцы высаживаются на постоянное место на второй год с расстоянием 20×20 см	В культуре растение становится малолетником и заканчивает онтогенез на четвертый год, требуется на третий год пересев в	II
<i>Hedysarum turczaninovii</i>	Семена твердосемянные, требуют скарификации, всходят через год, на постоянное место пересаживаются на третий год с расстоянием 10×10 см	Необходимо разрабатывать технологию выращивания и содержания в культуре	III
<i>Linum perenne</i>	Из посевного отделения сеянцы высаживаются на постоянное место на второй год с расстоянием 10×10 см	В культуре устойчив, регулярно отмечается самосев	II
<i>Phlox sibirica</i>	Растения легко размножаются корневищами.	Растения отзывчиво на условия культуры, обильно цветут и вегетативно размножаются	I
<i>Stipa pennata</i>	Из посевного отделения сеянцы высаживаются на постоянное место с расстоянием 10×10 см	Развивается медленно, в культуре к цветению не приступил	II
<i>Thymus marschallianus</i>	Растения легко размножаются корневищами.	Растения отзывчиво на условия культуры, обильно цветут и вегетативно размножаются	II
<i>Ziziphora clinopodioides</i>	Из посевного отделения сеянцы высаживаются на постоянное место на второй год с расстоянием 10×10 см	В культуре не достаточно устойчива, требуется постоянное искусственное вегетативное размножение.	III

2018 года. На посевном отделении Кузбасского ботанического сада посев осуществлялся осенью 2018 и весной 2019 годов.

Изучение биологии проводилось согласно методическим рекомендациям по интродукции и восстановлению природных популяций редких и исчезающих ви-

дов растений [12]. У растений изучалась лабораторная и полевая всхожесть семян, фенологическое развитие, отмечались особенности онтогенеза в культуре [13], а также с учетом рекомендаций Программы и методики наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР [14]. Для оценки состояния растений в культуре использовалась оценка успешности

интродукции [15]. Наблюдения проводились с 2018 по 2022 гг.

Из посевного отделения растения переносились на каменистую горку, сложенную из карбонатных пород, характерных для природных местообитаний, на которой высажено 50 видов степных кальцефитных растений, в том числе 11 видов Красной книги Кузбасса: *Achnatherum sibiricum* (L.) Keng. ex Tzvel., *Adonis villosa* Ledeb., *Allium vodopjanovae* Friesen, *Astragalus follicularis* Pall., *Gypsophila patrinii* Ser., *Hedysarum turczaninovii* Peschkova, *Linum perenne* L., *Phlox sibirica* L., *Stipa pennata* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Ziziphora clinopodioides* Lam. (рис. 2).

Результаты и обсуждения

При переносе живых растений удовлетворительные результаты получены у *Adonis villosa*, *Allium vodopjanovae*, *Linum perenne*. Жизненное состояние их к 2022 году практически восстановилось. Растения цветут и плодоносят, самосев обнаружен у *Linum perenne*. Отрицательный результат получен при переносе живых растений *Phlox sibirica* и *Thymus marschallianus*. Причина достаточно сухие места природных мест обитания и мест переноса. Посев семенами как правило не дает быстрых положительных результатов (табл. 1).

Наблюдения за высаженными растениями на коллекционном участке и каменистой горке Кузбасского ботанического сада показали, что все они вполне зимостойки и в условиях культуры не подвержены болезням и вредителям. Исключением является *Ziziphora clinopodioides*, которая недостаточно морозостойчива.

Единственное растение, превышающее в культуре размеры в природе — *Phlox sibirica*, размеры большинства других растений не отличаются от природных. Меньшими размерами обладают *Ziziphora clinopodioides* и *Achnatherum confusum*.

По способам размножения повторного привлечения требуют 6 видов, два вида можно поддерживать в культуре искусственным вегетативным размножением (*Thymus marschallianus* и *Phlox sibirica*).

По результатам интегральной оценки интродуцированных растений безусловно перспективным является *Phlox sibirica*, который может создавать искусственную популяцию и восстанавливаться после неблагоприятных условий. Большинство других видов вошло во второй класс — перспективные для дальнейшего изучения. В третий класс (растения, требующие дополнительных работ по акклиматизации) попали четыре вида: *Achnatherum confusum*, *Astragalus follicularis*, *Hedysarum turczaninovii*, *Ziziphora clinopodioides*. (табл. 2).

Исследования показали, что при выборе способа сохранения растений как промежуточное звено более успешен метод *ex situ*, поскольку в условиях культуры легче обеспечить необходимую агротехнику и создать условия выращивания. Кроме того, изучаются биологические особенности редких растений и появляется возможность разработать технологию сохранения редких видов растений. При переносе растений *in situ* сложнее обеспечить растения необходимыми условиями и более сложно осуществлять мониторинг их состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Convention on Biological Diversity, 1992.
2. Счастливец Е.Л., Куприянов А.Н., Пудиков А.Н., Табакаев М.В. Изменение гидрологического режима и растительного покрова на полях закрытых шахт Кузбасса // Региональные проблемы устойчивого развития природоресурсных регионов и пути их решения. Тр. IV Всероссийской научно-практической конференции. Т. 2. Кемерово, 2003. С. 215–229.
3. Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливец Е.Л., Вашлаева Н.Ю. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. Новосибирск: Наука, 2005. 660 с.
4. Счастливец Е.Л. Формирование геоэкологической ситуации в угледобывающем комплексе Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири, 2005. Вып. 1. С. 19–26
5. Пути повышения эффективности и экологической безопасности открытой добычи твердых полезных ископаемых. Новосибирск: Из-во СО РАН, 2010. 254 с.
6. Копытов, А.И., Шаклеин С.В. Угольные ресурсы Кузбасса как фактор выбора стратегии развития отрасли // Экономика и организация промышленного производства, 2018. № 11. С. 76–83.
7. Литвененко В.С., Пашкевич Н.В., Шувалов Ю.В. Экологическая емкость природной среды Кемеровской области. Перспективы развития промышленности. Экобюллетень. № 3. 2008. С. 28–34.
8. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А. Баятские сопки // Ключевые ботанические территории. Кемерово, 2009. С. 25–27.
9. Постановление администрации Кемеровской области «О государственном комплексном природном заказнике Кемеровской области «Бачатские сопки» от 26 июля 2017 года № 394.
10. Красная книга Кемеровской области: Т. 1. Кемерово: «ВЕКТОР-ПРИНТ», 2021. 240 с.

11. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Куприянов О.А., Хрусталева И.А., Зуева О.М. Флористическое разнообразие регионального ботанического заказника «Бачатские сопки» (Кемеровская область-Кузбасс) // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Вып. 27, Кемерово. 2021. С. 84–89.
12. Елисафенко Т.В., Дорогина О.В. Методическим рекомендации по интродукции и восстановлению природных популяций редких и исчезающих видов растений. Кемерово, 2021, 48 с.
13. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Торопова Н.А., Фаликов Л.Д. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений разных биоморф. // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М., 1976. С. 14–44.
14. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР. М., 1986. 34 с.
15. Куприянов А.Н., Богданович Л.А., Михайлов В.Г. Интеграционный метод оценки успешности интродукции травянистых растений природной флоры. // Морфологические особенности растительного мира Центрального Казахстана. Караганда, 1986. С. 51–55.

© Куприянов Андрей Николаевич (Kupr-42@yandex ru), Климова Ольга Александровна (oia_1983kem@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Кемерово

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ДИНАМИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ НАПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ИНТЕНСИФИКАЦИИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ В ЛЕСОСТЕПИ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

TAXONOMIC COMPOSITION AND DYNAMIC DENSITY OF GROUND INVERTEBRATES OF AGROCENOSSES WITH DIFFERENT AGROTECHNOLOGICAL INTENSIFICATION LEVEL IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

**K. Maksimovich
E. Novikov**

Summary. The results of the agricultural crop agrocenoses entomocomplexes analysis within the northern forest-steppe of the South of Western Siberia for 2019–2021 are presented in the article. The taxonomic composition and dynamic density of ground-soil invertebrate communities were studied in agrocenoses of spring wheat and corn at different levels of agrotechnological intensification. The representatives of terrestrial fauna caught in all plots belonged to classes: Insects (Insecta), Spiders (Arachnida), Millipedes (Myriapoda), Lipopods (Chilopoda), Diplopods (Diplopoda). Insects were represented by 5 groups: Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera. The most numerous group was the Coleoptera, which comprised 12 families: Beetles (Carabidae), Deadheads (Silphidae), Staphylinae (Staphylinidae), Weevils (Curculionidae), Blackflies (Tenebrionidae), Plateworms (Scarabaeidae), (Elateridae), Coccinellidae, Chrysomelidae, Cantharidae, Dermestidae, Histeridae. According to preliminary data, the species richness of terrestrial invertebrates in the studied area is about 140 species. The proportion of the participation of Coleoptera varied in different years in the range 72–91%. The total average seasonal dynamic density of trapped invertebrates was higher in spring wheat agrocenoses in all years of the study regardless of the intensification level. The findings concluded that there was no significant effect of the agro-technological intensification level on the species composition and dynamic density of terrestrial invertebrate communities.

Keywords: entomocomplexes, agrocenosis, species diversity, terrestrial invertebrates, herpetobionts, dynamic density, intensification of agriculture, forest-steppe.

Максимович Кирилл Юрьевич

Аспирант, младший научный сотрудник
Новосибирский государственный аграрный
университет
kiri-maksimovi@mail.ru

Новиков Евгений Анатольевич

Профессор, доктор биологических наук
Новосибирский государственный аграрный
университет

Аннотация. В работе представлены результаты анализа энтомокомплексов агроценозов северной лесостепи Юга Западной Сибири за 2019–2021 гг. Изучали таксономический состав и динамическую плотность сообществ беспозвоночных напочвенного яруса в агроценозах яровой пшеницы и кукурузы при разных уровнях интенсификации агротехнологий. Отловленные представители наземной фауны относились к классам насекомых (Insecta), паукообразных (Arachnida), многоножки (Myriapoda), губоногие (Chilopoda), двупарноногие (Diplopoda). Насекомые были представлены 5 отрядами: Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera. Наиболее многочисленны были жесткокрылые (Coleoptera), принадлежавшие к 12 семействам: жужелицы (Carabidae), мертвоеды (Silphidae), стафилины (Staphylinidae), долгоносики (Curculionidae), чернотелки (Tenebrionidae), пластинчатоусые (Scarabaeidae), щелкуны (Elateridae), кокцинеллиды (Coccinellidae), листоеды (Chrysomelidae), мягкотелки (Cantharidae), кожееды (Dermestidae), карапузики (Histeridae). По предварительным данным видовое богатство наземных беспозвоночных на исследованной территории составляет около 140 видов. Доля участия жесткокрылых варьировала в пределах 72–91%. Во все годы проведения исследований общая среднесезонная динамическая плотность отловленных беспозвоночных была выше в агроценозах яровой пшеницы не зависимо от уровня интенсификации. По итогам работы сделан вывод об отсутствии значимого влияния уровня интенсификации агротехнологий на видовой состав и динамическую плотность сообществ наземных беспозвоночных.

Ключевые слова: энтомокомплексы, агроценоз, видовое разнообразие, наземные беспозвоночные, герпетобии, динамическая плотность, интенсификация сельского хозяйства, лесостепь.

Введение

В последние десятилетия лесостепная зона Западной Сибири испытывает значительное влияние постоянно увеличивающегося антропогенного воздействия. Следствием этого процесса является увеличение из года в год количества искусственно сформированных аграрных экосистем, а важным регуляторным фактором жизнедеятельности организмов становится интенсификация сельскохозяйственного производства [1–6]. На обширных территориях земель сельскохозяйственного назначения, на которых непрерывно меняются естественно сформировавшиеся условия обитания живых организмов, нарушается устойчивость сообществ и снижается биологическое разнообразие [7–9]. Биом лесостепной зоны является крупным резерватом биологического разнообразия, который снабжает природные и искусственно сформированные соседние экосистемы значительным количеством видов [9,10]. Наземные беспозвоночные являются одним из главных компонентов почвенной биомассы, формирующихся под влиянием целого ряда факторов, от географических и агроклиматических условий местности до растительно-почвенных характеристик исследуемого агроценоза и степени интенсификации агротехнологии [10–14]. С точки зрения биологических методов защиты растений особый интерес представляет изучение энтомофагов: жуужелиц, стафилин, божьих коровок, паукообразных и т.д. [8,15,16]. Так, на окружающих поля лесополосах увеличивается численность стафилин [14,17,18], применяемая технология и возделываемая культура во многом определяют облик населения жуужелиц [2,13,19–27]. Для ряда групп беспозвоночных показано избирательное предпочтение посевов культурных растений или границ полей [15]. Короткий жизненный цикл, высокая численность, многообразие жизненных форм, а также способность к быстрой и локальной реакции на происходящие изменения в окружающей их среде обитания делают наземных беспозвоночных удобным биоиндикационным объектом для изучения влияния последствий интенсификации агротехнологий [2,8,11,22]. Масштабная «интенсификация» сельскохозяйственного производства на территории лесостепной зоны, выраженная в ежегодном увеличении объемов применяемых средств химизации, делает актуальным изучение структуры сообществ беспозвоночных, их видового богатства и численности в аграрных экосистемах. Биологический мониторинг позволяет корректно оценивать отклонения в состоянии биологических систем, вызванные воздействием антропогенных факторов, а также получать интегральную оценку последствий интенсификации земель для живой природы [8,12,13,28].

Целью нашей работы стало изучение таксономического состава и динамической плотности наземных

беспозвоночных, населяющих агроценозы яровой пшеницы и кукурузы при разных уровнях интенсификации агротехнологий в лесостепи Юга Западной Сибири.

Материалы и методы

Материал собирали с июня по август 2019–2021 гг. в подзоне северной лесостепи Юга Западной Сибири вблизи г. Новосибирска. Учёты проводили на территории ОС «Элитная» и АО Племзавод «Учхоз Тулинское». За 3 года исследований отработано 2520 ловушко/суток и отловлено около 13 000 наземных беспозвоночных. Отлов проводили на посевах яровой пшеницы и кукурузы, возделываемых с использованием малоинтенсивной и интенсивной технологий возделывания. Малоинтенсивная технология возделывания яровой пшеницы включала в себя применение стартовых доз удобрений и минимальное количество фунгицидов и гербицидов). Кукуруза возделывалась без применения средств защиты растений, с внесением минеральных удобрений в 2018 г. на все участки, занятые под севооборот. Интенсивная технология возделывания включала внесение удобрений под планируемую урожайность (стартовые дозы удобрений + дополнительная подкормка по вегетации) и средств защиты растений по диагностике. На участках с посевами кукурузы проводили повторные междурядные обработки. Данные по АМС «Огурцово» (суммы активных температур воздуха (CAT, $t > 5$ °C) с мая по сентябрь и сумма осадков (в мм) за этот же период, показывают, что агрометеорологические условия вегетационных периодов 2019–2021 гг. имели различия по количеству выпавших атмосферных осадков (82% в 2019 г., 106% в 2020 г., и 81% в 2021 г., % от нормы), тепла (сумма активных температур воздуха составила 1997,55 °C в 2019 году, в 2020 г. — 2169,15 °C и 2021 г. — 2127,5°C) и характеру распределения агрометеорологического ресурса в течение периода вегетации. Отлов беспозвоночных наземного яруса проводили при помощи почвенных ловушек (пластиковые ёмкости объёмом 0,5 литра, с диаметром 9,5 см). На каждом исследуемом участке осуществляли установку ловушек в линию по 5 штук с интервалом в 10 м. В качестве фиксирующей жидкости использовали 10% раствор этиленгликоля. Выборка материала проводилась через 7 суток после установки. Определение энтомологического материала выполнено с участием сотрудников Института систематики и экологии животных СО РАН Р.Ю. Дудко и Л.А. Триликаускаса, которым авторы выражают свою благодарность. При оценке таксономического разнообразия группы Arachnida, Hymenoptera, Myriapoda, Chilopoda, Diplopoda рассматривали на уровне семейств. Представителей малочисленных классов (Myriapoda, Chilopoda, Diplopoda) при анализе объединяли в общую группу «мезофауна». Среднесезонную динамическую плотность беспозвоночных рас-

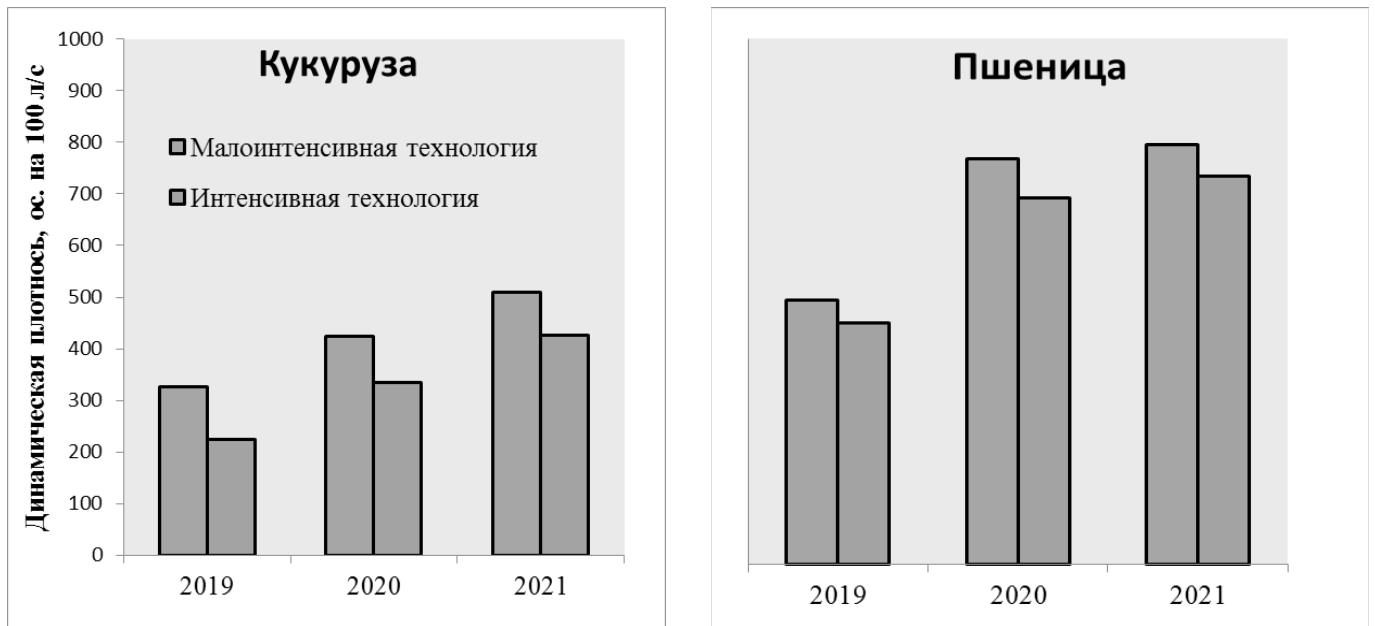


Рис. 1. Среднесезонная динамическая плотность наземных беспозвоночных в агроценозах с разным уровнем интенсификации агротехнологий, экз./100 л.с.

считывали, как количество особей на 100 ловушко-суток (далее экз./100 л.с.). При оценке численного обилия фауны агроценозов использовали общеевропейскую шкалу обилия Ренконена, видоизмененную под нашу выборку: более 5% относительного обилия — доминанты, 2–5% — субдоминанты и менее 2% — редкие и единичные виды [4,12]. Сравнение комплексов беспозвоночных агроценозов выполнено с использованием кластерного анализа на основе коэффициента сходства Жаккара. В качестве способа агрегирования применяли метод UPGMA (метод невзвешенной парной группы со средним арифметическим). Все расчеты выполнены средствами языка R в среде для статистического анализа данных R-Studio.

Результаты и обсуждение

Значения показателей среднесезонной динамической плотности сообществ беспозвоночных в агроценозах менялись в зависимости от года исследования, вида произрастающей культуры и уровня интенсификации (рис. 1). Во все годы проведения исследований общая среднесезонная динамическая плотность отловленных беспозвоночных была выше в агроценозах яровой пшеницы при обоих уровнях интенсификации, увеличиваясь на всех участках с 2019 по 2021 г.

В ходе работы были отловлены наземные беспозвоночные нескольких классов: насекомые (Insecta), паукообразные (Arachnida), Myriapoda, Chilopoda, Diploroda. Насекомые были представлены 5 отряда-

ми: Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera. Наиболее многочисленными среди насекомых были жесткокрылые (Coleoptera), представленные 12 семействами: жуки (Carabidae), мертвоеды (Silphidae), стафилины (Staphylinidae), долгоносики (Curculionidae), чернотелки (Tenebrionidae), пластинчатотусые (Scarabaeidae), щелкуны (Elateridae), кокцинеллиды Coccinellidae, листоеды (Chrysomelidae), мягкотелки (Cantharidae), кожееды (Dermestidae), карапузики (Histeridae). По предварительным данным видовое богатство наземных беспозвоночных на исследованной территории составляет около 140 видов. Значительным числом видов выделялись семейства жуков — 39 видов, мертвоедов — 9 видов, стафилин — 8 видов, долгоносиков — 5 видов и д.р. (рис. 2.).

Основную долю пойманных в 2019–21 гг. беспозвоночных составляли представители отряда жесткокрылых: жуки, мертвоеды, стафилины. Доля участия жуков в разные годы варьировала в диапазонах 70–84% (табл. 1–2). По способу питания доминирующее положение занимали хищники. Второй многочисленной группой были представители отряда сенокосцы, принадлежащие семействам Phalangidae, Opiliones. Сенокосцы в посевах культур были представлены такими видами, как *Oligolophus tridens*, *Phalangium opilio*, *Homolophus nordenskioldi*, *Opilio parietinus*, *Mitopus morio*, *Opilio saxatilis*. Ядро комплекса доминантов для обеих культур составляли *P. opilio* и *H. nordenskioldi*. Впервые для территории Новосибирской области был обнаружен вид *Opilio saxatilis*. Отряд

Таблица 1. Таксономический состав отряда жесткокрылых в агроценозах яровой пшеницы (доля участия,%)

Таксономическая группа	Малоинтенсивная технология			Интенсивная технология		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Carabidae	77,8	74,1	67,1	78,5	66,6	70,2
Silphidae	8,5	9,7	9,3	7,0	7,9	12,1
Staphylinidae	3,3	2,3	6,4	1,6	4,0	5,2
Tenebrionidae	2,2	0,8	1,9	1,9	2,7	1,8
Curculionidae	1,5	3,0	2,5	2,7	4,8	2,1
Coccinellidae	0,9	1,0	1,5	0,1	0,8	1,2
Chrysomelidae	0,2	1,0	0,4	0,0	1,0	0,2
Scarabaeidae	1,6	2,5	3,6	2,4	3,2	2,4
Elateridae	1,7	2,7	3,7	4,2	5,1	2,6
Cantharidae	0,0	1,4	0,7	0,0	1,3	0,0
Dermestidae	1,3	0,0	0,4	1,3	0,0	0,3
Histeridae	1,0	1,3	2,5	0,3	2,6	1,7

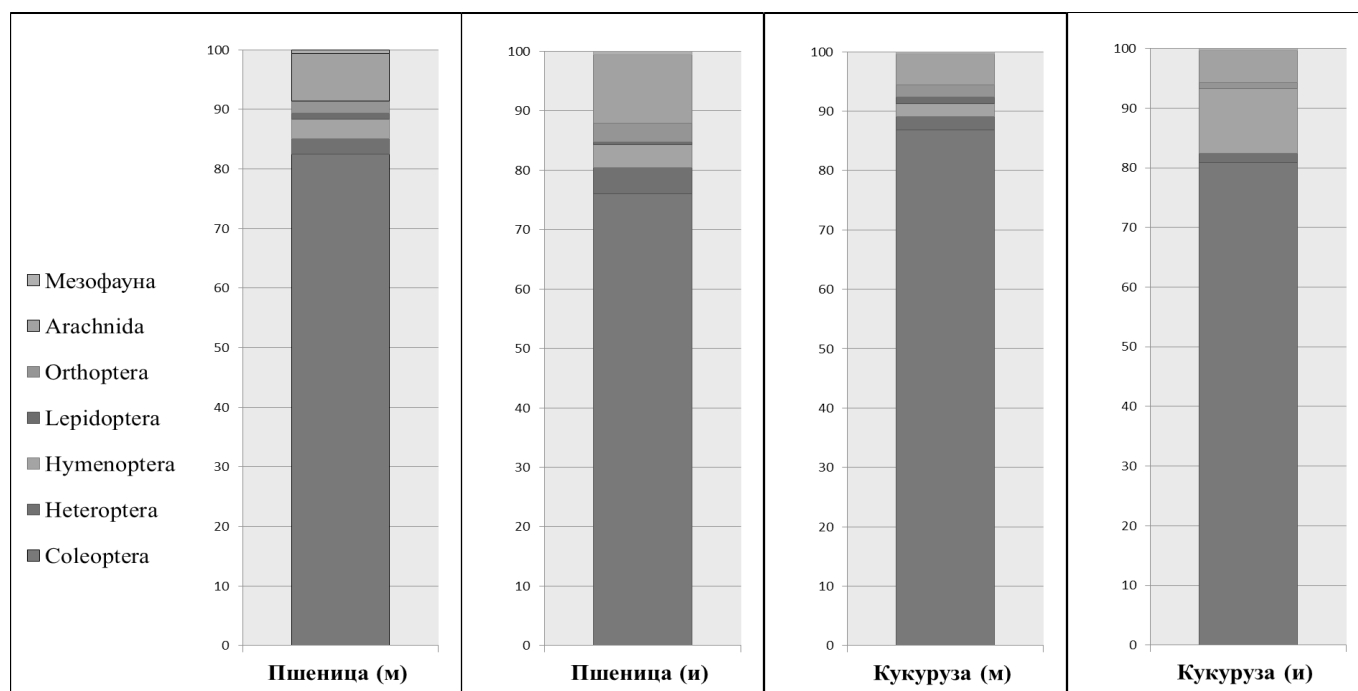


Рис. 2. Среднеголетний (2019–2021 гг.) таксономический состав сообществ наземных беспозвоночных агроценозов с разным уровнем интенсификации,% (уровень интенсификации: м — малоинтенсивный; и — интенсивный)

пауков на всех участках был представлен семействами Lycosidae и Linyphiidae. Видовой состав прямокрылых различался незначительно для обеих групп культур. Основными видами в учетах являлись *Chorthippus biguttulus*, *Chorthippus fallax*, *Chorthippus sp.*, и *Tettigonia viridissima*. Наиболее часто встречаемыми видами клопов были *Nabis brevis*, *Nabis ferus*, *Nabis sp.*, *Dolycoris baccarum*, *Stenotus binotatus*. Весомую

долю среди отловленных беспозвоночных составляли муравьи, главным образом за счет представителей нескольких семейств: Formicinae, Myrmicinae и родов *Formica*, *Lasius* и *Myrmica*. На участках с посевами кукурузы преобладали муравьи рода *Formica*. Основу комплекса участков с посевами пшеницы составили *M. rubra* и *L. niger*. Их видовое богатство было выше на посевах пшеницы, а среднесезонная динамическая

Таблица 2. Таксономический состав отряда жесткокрылые в агроценозах кукурузы (доля участия,%)

Таксономическая группа	Малоинтенсивная технология			Интенсивная технология		
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Carabidae	77,5	74,7	71,4	84,1	78,2	80,1
Silphidae	5,9	3,6	4,6	6,9	3,8	5,7
Staphylinidae	3,4	3,9	4,2	2,9	3,1	3,3
Tenebrionidae	2,9	3,2	3,2	1,9	3,4	2,2
Curculionidae	5,5	5,1	5,4	3,3	4,2	2,5
Coccinellidae	0,3	0,5	0,8	0,0	2,2	0,7
Chrysomelidae	0,0	3,3	1,4	1,0	1,6	0,0
Scarabaeidae	4,0	2,3	4,2	0,0	0,4	1,9
Elateridae	0,5	1,9	2,1	0,0	2,4	1,3
Cantharidae	0,0	0,4	0,6	0,0	0,0	1,0
Dermeestidae	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Histeridae	0,0	0,3	2,0	0,0	0,7	1,0

плотность — на посевах кукурузы (43–66 экз./100 лов./сут). Основную массу представителей класса губоногие составляли косянки (Lithobiidae). Двукрылые чаще всего встречались в посевах пшеницы. В 2019 г., на всех участках незначительную численность имели представители таких семейств, как стафилины, чернотелки, долгоносики, что может быть связано с низкой активностью этих жуков вследствие неблагоприятных агрометеорологических условий. Максимальная среднесезонная динамическая плотность жесткокрылых была отмечена в посевах пшеницы при малоинтенсивной технологии возделывания в 2020 г.— 642 экз./100 л.с. и в 2021 г.— 638,57 экз./100 л.с. соответственно.

Наибольшим видовым (39) и численным (до 79%) обилием в агроценозах яровой пшеницы характеризовались жужелицы (табл. 1). В течение трех лет на посевах пшеницы постоянно отмечали около 23 видов карабид: *Agonum gracilipes*, *Amara apricaria*, *Amara bifrons*, *Amara consularis*, *Amara eurynota*, *Anisodactylus signatus*, *Bembidion properans*, *Carabus convexus*, *Broscus cephalotes*, *Calathus melanocephalus*, *Carabus regalis*, *Curtonotus aulicus*, *Dolichus halensis*, *Harpalus calceatus*, *Harpalus rufipes*, *Poecilus cupreus*, *Poecilus fortipes*, *Poecilus lepidus*, *Poecilus punctulatus*, *Poecilus versicolor*, *Pterostichus altainus*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus oblongopunctatus*. В комплексе жужелиц доминировали *D. halensis*, *H. rufipes*, *P. cupreus*, в отдельные годы к группе доминантов присоединялись *H. calceatus*, *A. gracilipes* и *A. bifrons*. Второй массовой группой были мертвоеды: *Nicrophorus vespillo*, *Nicrophorus investigator*, *Nicrophorus germanicus*, *Necrodes littoralis*, *Oiceoptoma thoracicum*, *Phosphuga atrata*, *Silpha carinata*, *Silpha obscura*, *Thanatophilus sinuatus*. Ярко выраженными доминантами являлись: *N. vespillo* и *S. carinata*. Среди стафилин наиболее

многочисленными были *Staphylinus erythropterus*, *Philonthus politus* и *Ocyopus fuscatus*. Долгоносики были представлены 5 видами *Otiorhynchus raucus*, *Otiorhynchus tristis*, *Otiorhynchus ovatus*, *Tanymecus palliates*, *Polydrusus formosus*, *Cleonis pigra* и *Asproparthenis sp.* Высокая численность в учетах была характерна для *O. raucus* и *T. palliatus*.

На посевах кукурузы доля участия представителей семейства жужелиц в разные годы на разных площадках варьировала в пределах от 71% до 84% (табл. 2). На кукурузе в течение трех лет постоянно наблюдали 17 видов жужелиц *A. gracilipes*, *A. apricaria*, *A. bifrons*, *B. cephalotes*, *C. aulicus*, *D. halensis*, *H. calceatus*, *Harpalus griseus*, *H. rufipes*, *P. cupreus*, *P. fortipes*, *P. versicolor*, *Pterostichus magus*, *P. melanarius*, *P. niger*, *Pterostichus nigrita*, *P. oblongopunctatus*, среди которых доминировали: *D. halensis*, *H. rufipes*, *P. cupreus*. В отдельные годы к доминантному комплексу присоединялись *A. bifrons*, *P. melanarius* и *P. niger*. Семейство мертвоедов было представлено видами *Nicrophorus vespillo*, *N. investigator*, *N. germanicus*, *Necrodes littoralis*, *Oiceoptoma thoracicum*, *Phosphuga atrata*, *Silpha carinata*, *Silpha obscura*, *Thanatophilus sinuatus*. Ярко выраженными доминантами (доля участия в сложении сообщества мертвоедов более 30%) являлись *N. vespillo* и *S. carinata*. Среди стафилин многочисленным был *Staphylinus erythropterus*. Среди долгоносиков наиболее часто встречаемыми были *Otiorhynchus raucus*, *O. tristis*, *Tanymecus palliates* и *Asproparthenis sp.* Относительно высокая встречаемость в учетах среди представителей этого же семейства была характерна для *O. raucus* и *T. palliatus*. На исследованных нами участках обнаружено 5 видов щелкунов: *Agriotes lineatus*, *Prosternon tessellatum*, *A. sputator*, *Agrypnus murinus*, *A. obscurus*, имевших относительно низкую динамическую плотность.

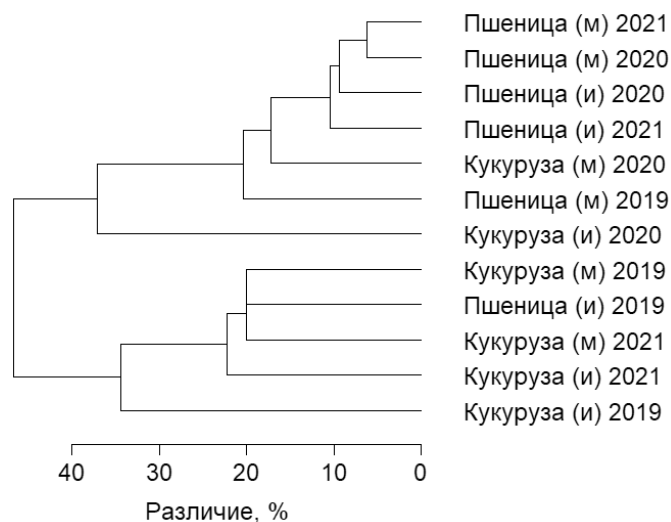


Рис. 3. Дендрограмма фаунистического сходства (коэффициент Жаккара,%)

Значения коэффициентов фаунистического сходства были наиболее высокими между посевами яровой пшеницы в 2020 и 2021 г. при малоинтенсивной технологии (0,93), а также между посевами пшеницы с разными уровнями интенсификации в 2020 и 2021 гг. (0,87). Значения коэффициентов сходства между посевами кукурузы при разных уровнях интенсификации были значительно ниже (0,53–0,77), чем для посевов пшеницы, что обусловлено влиянием культуры на формирование микроклиматических условий обитания беспозвоночных [13,19]. Наименьшие показатели сходства (0,40–0,53) наблюдали между посевами двух разных культур при интенсивной технологии возделывания (рис. 3).

На посевах одной культуры формировались близкие по видовому составу сообщества беспозвоночных по сравнению с посевами разных культур [2]. Относительно низкие значения индексов сходства были характерны для 2019 года, что вероятнее всего было связано с агрометеорологическими условиями данной местности (рис. 3). Независимо от уровня интенсификации, фауна агроценозов пшеницы отличалась большим таксономическим (видовым) разнообразием по сравнению с кукурузой [10,12,13,15]. Наиболее обособленными в фаунистическом отношении оказались комплексы беспозвоночных (особенно жуличиц) посевов кукурузы. Влияние кукурузы может быть обусловлено многократным воздействием на верхние слои почвы (повторные культивации). При увеличении скважности почвы шло формирование благоприятных микроусловий для почвенно-подстилочных стратобионтных видов жуличиц (например, *P. melanarius*, *P. niger*) [13,27,29]. Увеличение доли подстильно-почвенной группы на пропашных культурах отмечалось ранее в Московской области [27,29,30] и в окрестностях Томска [14]. Напро-

тив, некоторые мелкие представители подстилочной и поверхностно-подстилочной групп (*C. erratus*, *B. properans*) избегали посевов кукурузы, возможно, из-за междурядной обработки.

Различные сельскохозяйственные культуры и соответствующие им технологии создавали на полях своеобразные условия, характеризующиеся особенностями микроклимата, освещенности и микрорельефа [12,14,19,27,29]. В целом, в агроценозах лесостепи Западной Сибири наблюдали типичный для этой зоны видовой состав сообществ наземных беспозвоночных [31]. Находками, не характерными для данной местности, были сенокосец *O. saxatilis* и жуличицы *P. altainus*. Относительно высокая численность и видовое богатство в исследуемых нами агроценозах были привязаны к максимумам участия различных синузид в сложении агроэкосистем, характерных для малоинтенсивной технологии за счет значительного состава сорняковой растительности на полях [13,22,27]. Частота встречаемости фитофагов увеличивалась во вторую половину вегетационного периода, что напрямую связано с формированием зерна и созреванием семян сорных растений, на фоне умеренного применения гербицидов [22,27,29]. Специфика результатов учетов за 2019 г., свидетельствует о значительном влиянии условий года на формирование сообществ беспозвоночных.

Заключение

В агроценозах сельскохозяйственных культур на протяжении 3-х лет формировалось сложное многокомпонентное сообщество наземных беспозвоночных. Определенную специфичность каждому рассмотренному

сообществу придавали виды, жизнедеятельность которых была связана с определенным типом культуры (трофическая база) и характерной для нее технологией возделывания. Выявлено некоторое увеличение видового состава и рост численности наземных беспозвоночных в более теплые и влажные годы исследования, а также при отдалении агроценоза от пара в структуре севооборота. Полученные данные позволяют выделить группы массовых видов жужелиц, численность и морфология которых может быть использована для биоиндикации состояния агроценозов сельскохозяйственных культур.

Подводя итоги работы, можно сделать предположение об отсутствии значимого влияния уровня интенсификации агротехнологий на видовой состав и динамическую плотность сообществ наземных беспозвоночных.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20–316–90035.

Funding. The reported study was funded by RFBR, project number 20–316–90035.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирюшин, В.И., Власенко, А.Н., Каличкин, В.К., Власенко, Н.Г., Филимонов, Ю.П., Иодко, Л.Н., ... & Полухин, Н.И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области. — 2000.
2. Власенко, Н.Г. Влияние пестицидов на сообщество жужелиц в посевах ярового рапса/Н.Г. Власенко, Д.А. Штундюк // Агротехнология. — 1994. — №2. — С. 89–94
3. Глазко В.И., Глазко Т.Т. Современные направления «устойчивой» интенсификации сельского хозяйства //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2010. — № 3. — С. 101–114.
4. Максимович, К.Ю. Динамика численности хищных жужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроценозов с разным уровнем интенсификации в лесостепи Западной Сибири / К.Ю. Максимович, Е.Е. Хомицкий, А.С. Замотайлов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2022. — № 95. — С. 117–126. — DOI 10.21515/1999–1703–95–117–126. — EDN LGYRKG.
5. Григорьева Т.Г., Жаворонкова Т.Н. Роль антропогенных и природных факторов в формировании трофической структуры пшеничного агробиоценоза // Энтотол. обозрение. — 1973. — Т. LII, вып. 3. — С. 489–507.
6. Сумароков А.М. Влияние пестицидов на популяции жесткокрылых (Coleoptera) биоценозов степной зоны Украины //Научные ведомости БелГУ. Сер. Экология. — 2005. — № 1. — С. 21.
7. Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. Т. 2. М.: Мир. 477 с. — 1989.
8. Сумароков А.М., Жуков А.В. Показатель восстановления биотического потенциала агроэкосистем при уменьшении пестицидных нагрузок //Ukrainian Journal of Ecology. — 2013. — № 3 (9). — С. 83–108.
9. Мордкович, В.Г., Любечанский, И.И., Березина, О.Г., Марченко, И.И., & Андриевский, В.С. Зооэдафон западно-сибирской северной тайги: Пространственная экология населения почвообитающих членистоногих естественных и нарушенных местообитаний. — 2014.
10. Мордкович В.Г. Особенности структурной организации и биогеографический статус энтомокомплекса западно-сибирского лесостепья //Евразийский энтомологический журнал. — 2006. — Т. 5. — № 3. — С. 181–189.
11. Грюнталь С.Ю. Поверхностно обитающие беспозвоночные (герпетобий) Среднерусской лесостепи //Структура и функционирование почвенного населения дубрав Среднерусской лесостепи. М.: Наука. — 1995. — С. 73–89.
12. Максимович, К.Ю. Факторы, оказывающие влияние на численность и пространственное распределение жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах с разным уровнем интенсификации агротехнологий / К.Ю. Максимович // АгроЭкоИнфо. — 2022. — № 2(50). — DOI 10.51419/202122242. — EDN ЕНОААМ.
13. Максимович, К.Ю. Сообщества жужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроценозов с разным уровнем интенсификации в лесостепной зоне Западной Сибири / К.Ю. Максимович, А.С. Замотайлов, Е.Е. Хомицкий // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2022. — № 94. — С. 114–122. — DOI 10.21515/1999–1703–94–114–122. — EDN KUYMQP
14. Бабенко, А.С., Нужных, С.А. Закономерности распределения хищных жесткокрылых энтомофагов (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) в экотонах полевых агроценозов. — 2005. — Том 1. С. 253–254.
15. Бутовский Р.О. Распределение жизненных форм имаго жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в придорожных агроценозах //Экология. — 1991. — № 4. — С. 28–34.
16. Григорьева Т.Г. Возникновение процессов саморегуляции в агробиоценозе при длительной монокультуре // Энтотол. обозрение. — 1970. — Т. XLIX, вып. 1. — С. 10–22.
17. Гусева О.Г., Жарина Н.Л., Жаворонкова Т.Н. Видовой состав и структура доминирования жужелиц и стафилинид (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) в садах Северо-Запада России //Вестник защиты растений. — 2010. — № 4. — С. 23–31.
18. Павлов Е.Е. Фауна жуков-стафилинов (Coleoptera, Staphylinidae) лесостепной зоны Западной Сибири //Евразийский энтомологический журнал. — 2005. — Т. 4. — № 3. — С. 223–230.
19. Романкина М.Ю. Структура населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроценозов в центре Европейской части России (на примере Тамбовской области) //Вестник российских университетов. Математика. — 2010. — Т. 15. — № 5. — С. 1563–1569.

20. Гусева О.Г., Коваль А.Г. Особенности комплексов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах Ленинградской области с различными почвенными условиями // Вестник защиты растений. — 2008. — № 4. — С. 3–11.
21. Сумароков А.М. Видовой состав и трофическая структура фауны жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) агробиоценозов Степи Украины // Известия Харьковского энтомологического общества. — 2003. — № 11, Вып. 1–2. — С. 188–193–188–193.
22. Шарова И.Х., Душенков В.М. Зональные закономерности смены жизненных форм жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах // Экология жизненных форм почвенных и наземных членистоногих. — 1986. — С. 32–38.
23. Мармулева Е.Ю., Торопова Е.Ю., Гришин В.М. Экологический анализ энтомокомплексов кормовых злаковых культур северной Лесостепи Приобья. Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2017;(3):45–53.
24. Коваль А.Г., Гусева О.Г. Жуужелицы и стафилиниды (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) в агроценозе картофеля Нечерноземной зоны России // Фитосанитарная безопасность агроэкосистем. — 2010. — С. 121–124.
25. Воронин А.Н., Фролова А.С. Влияние различных систем обработки и удобрений на численность макрофауны почвы // Ресурсосберегающие технологии в земледелии. — 2019. — С. 24–27.
26. Бельская Е.А., Зиновьев Е.В., Козырев М.А. Жуужелицы в агроценозе яровой пшеницы на юге Свердловской области и влияние некоторых средств химизации на их популяции // Экология. — 2002. — № 1. — С. 42–49.
27. Душенков, В.М. Структура населения жуужелиц пшеничного поля // В.М. Душенков // в кн. Биоценоз пшеничного поля. — Москва. — 1986. — С. 102–107.
28. Булатова У.А., Бабенко А.С. Биоиндикационные возможности почвенной микрофауны в таежных экосистемах Западной Сибири // Труды Томского государственного университета. Изд-во Том. Ун-та. 2010. — т. 273 Вып. 2: Проблемы естествознания С. 24–26.
29. Шарова И.Х. Жизненные формы жуужелиц (Coleoptera, Carabidae). — М.: Наука, 1981. — 360 с.
30. Душенков В.М. О фауне жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) г. Москвы // В.М. Душенков // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. — М.: Наука. — 1983. — С. 111–112.
31. Дудко Р.Ю., Любчанский И.И. 2002. Фауна и зоогеографическая характеристика жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Новосибирской области // Евразийский энтомологический журнал. Т. 1. No.1. С. 30–45.

© Максимович Кирилл Юрьевич (kiri-maksimovi@mail.ru), Новиков Евгений Анатольевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Новосибирск

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF UNDERGROUND AQUATIC ECOSYSTEMS OF THE PERM REGION

*T. Meshchurova
V. Aksenova*

Summary. The article presents an analysis of materials for monitoring the state of groundwater on the territory of Perm Region. It is established that during the study of water from underground sources of centralized and non-centralized water supply, samples that do not meet sanitary requirements are recorded annually. The share of water samples from underground sources of centralized water supply that do not meet hygienic requirements for sanitary and chemical indicators has increased over the past 4 years by 2020. Water from underground sources of non-centralized water supply in rural areas of the Perm Region is better in quality. The main reason for non-compliance of water with sanitary and epidemiological requirements remains the absence of sanitary protection zones of sources. It is noted that emissions of pollutants into the air, waste storage, wastewater discharges of multidisciplinary, agricultural and municipal facilities contribute to changes not only in surface waters, but also underground.

Keywords: underground water bodies, pollutants, quality of underground water supply sources, anthropogenic load, Perm region.

Мещурова Татьяна Александровна

*К.б.н., с.н.с., Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем
tmeshurova@mail.ru*

Аксёнова Вера Михайловна

Д.б.н., профессор, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова

Аннотация. В статье представлен анализ материалов мониторинга состояния подземных вод на территории Пермского края. Установлено, что при исследовании воды подземных источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения ежегодно фиксируются пробы, не соответствующие санитарным требованиям. Доля проб воды из подземных источников централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, за последние 4 года увеличилась к 2020 г. Вода из подземных источников нецентрализованного водоснабжения на сельских территориях Пермского края лучше по качеству. Основной причиной несоответствия воды санитарно-эпидемиологическим требованиям остается отсутствие зон санитарной охраны источников. Отмечено, что выбросы загрязняющих веществ в воздух, накопители отходов, сбросы сточных вод многопрофильных, сельскохозяйственных и коммунальных объектов способствуют изменению не только поверхностных вод, но и подземных.

Ключевые слова: подземные водные объекты, загрязняющие вещества, качество подземных источников водоснабжения, антропогенная нагрузка, Пермский край.

Введение

Вода относится к одному из основных факторов, оказывающих влияние на здоровье человека, так как это важнейший природный источник жизни на планете, необходимая часть пищевого рациона, обеспечивающая потребность метаболизма всех органов и тканей. Особый интерес в последнее время связан с изучением экологической характеристики подземных водных объектов, в том числе и в Пермском крае.

Из жизнеобеспечивающих отраслей, направленных на улучшение уровня жизни людей, благоустройства и промышленного развития, водоснабжение имеет существенное значение. Оно связано с обеспечением населения, хозяйствующих субъектов водой питьевой и для различных нужд, а также с вопросами санитарно-эпидемиологического благополучия и экологии.

Воду из источников применяют для поения животных и полива сельскохозяйственных культур.

Почти все крупные города Российской Федерации используют в качестве водоисточников поверхностные водоемы, часто загрязненные сточными водами, что свидетельствует о значительном вкладе отрицательного влияния для населения. Существующая система очистки питьевой воды не всегда эффективна в отношении ряда химических веществ (хлорсодержащих углеводородов, пестицидов, тяжелых металлов и др.). В связи с усиливающимся загрязнением поверхностных вод, в последующем будет возрастать роль подземных вод как источников водоснабжения.

Использование подземных вод для целей водоснабжения имеет ряд преимуществ по сравнению с поверхностными водами. Считается, что они обладают лучшим

качеством, более надежно защищены от загрязнения и заражения, меньше подвержены сезонным и многолетним колебаниям, и часто их использование не требует дорогостоящих мероприятий по водоочистке [1, 2]. К подземным водным объектам относятся бассейны подземных вод и водоносные горизонты.

Современное хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Пермского края базируется на использовании подземных и поверхностных вод. Доля использования подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения составляет 33,0%. Низкий процент объясняется недостаточной обеспеченностью ряда городов запасами подземных вод (гг. Пермь, Чайковский, Чусовой) и малой освоенностью (гг. Кизел, Кунгур, Нытва, Краснокамск) [3]. В Пермском крае разведано 136 месторождений пресных подземных вод, 71 из которых числится в нераспределенном фонде недр. В г. Перми для хозяйственно-питьевого водоснабжения в основном используются поверхностные водные объекты, и только 1,8% (6,5 тыс. м³/сутки) подземных вод отбираются на Верхнекурьюинском месторождении в правобережной части города. В гг. Соликамск и Березники (население около 300 тыс. чел.) применяются исключительно подземные воды [3].

При индивидуальном потреблении на садовых участках и на территории частных домов для получения подземной воды все чаще бурят и обустривают скважины относительно неглубокого погружения. В сельской местности, особенно в отдаленных поселениях Пермского края, питьевую воду получают из колодцев и родников [4].

В последние годы активная застройка обширных городских площадей, размещение предприятий в прибрежных зонах, прокладка коммунальных сетей приводят к загрязнению подземных вод [5]. При общей региональной оценке состояния подземных вод на водозаборах Пермского края выделены следующие виды загрязнения: природное (фтор, жесткость, железо и др.), техногенное (нефтепродукты, тяжелые металлы, нитриты, нитраты, хлориды, и др.) [3, 4, 6–8]. Многофакторность антропогенной нагрузки способствует снижению функциональных резервов организма человека. Показана роль подземных водоисточников в этиологии неинфекционных и инфекционных заболеваний [8–17].

В Пермском крае развиты нефтеперерабатывающая, химическая, приборо- и машиностроительная, целлюлозно-бумажная, металлургическая и другие отрасли промышленности, в связи с чем все компоненты природной среды могут быть подвержены загрязнению, в том числе и подземные воды.

Цель исследования

Целью настоящего исследования являлось изучение уровня техногенного загрязнения подземных водных объектов в Пермском крае. В ходе исследований решались следующие задачи: изучение качества воды из подземных источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения, анализ динамики их загрязнения на территории Пермского края.

Модели и методы

Выполнен анализ данных об экологическом состоянии подземных источников водоснабжения (2011–2020 гг.) в Пермском крае. Обобщены представленные в ряде научных статей результаты изучения особенностей подземных вод на отдельных территориях региона. Использованы материалы докладов о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае и информация из ежегодных докладов о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края (2018, 2020 гг.). Проведен анализ результатов исследования качества воды из подземных источников водоснабжения на соответствие санитарным требованиям (санитарно-химическим, микробиологическим показателям). Район исследований охватил весь фонд используемых подземных источников территории Пермского края.

Результаты и их обсуждение

Результаты оценки качества питьевой воды из подземных источников водоснабжения на отдельных территориях Пермского края представлены в ряде работ [5, 6, 8, 18–20]. Авторами [19] отмечено, что подземные воды, имеющие тесную гидравлическую связь с поверхностными водными объектами, являются основным динамичным фактором, определяющим особенности процессов фильтрации и миграции загрязняющих веществ. При изучении гидрогеохимических особенностей распространения подземных вод Соликамского района Пермского края исследователи указывают на влияние не только природных особенностей региона, но и техногенного фактора на периодически выявляющиеся превышения по минерализации, хлоридам, сульфатам, жесткости, показателям азотной группы и т.д. в подземных водах эксплуатируемого водоносного горизонта [19]. На водозаборе Соликамского ЦБК в составе подземных вод отмечено высокое содержание Cd — 20,0 ПДК, жесткость — 1,1 ПДК, ранее обнаружено наличие нитритов 0,05–0,06 мг/дм³, что свидетельствует о чрезвычайно опасной степени загрязнения, источником которого является Соликамский ЦБК [7].

Показано, что приповерхностная гидросфера Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей

Таблица 1. Показатели качества воды из подземных водоисточников централизованного водоснабжения Пермского края, % [22–25]

Доля подземных источников из общего числа подземных	Доля подземных источников, не соответствующих санитарным требованиям в год исследования, %									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
– не отвечающих санитарным требованиям	8,5	8,3	8,3	8,3	9,3	9,3	9,9	9,97	8,3	8,3
– из-за отсутствия зон санитарной охраны	8,5	8,3	8,3	8,3	8,3	9,3	7,6	7,6	6,0	6,0

Таблица 2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух по Пермскому краю за 2013–2020 гг., тыс. т/год [26, 27]

Годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Валовый выброс, всего	637,1	581,9	586,1	609,2	625,7	658,1	399,3	382,7
в том числе								
– выброс от передвижных источников	269,1	269,4	287,5	300,3	314,9	365,3	106,2	101,9
– выброс от стационарных источников	367,9	312,5	298,6	308,9	310,8	292,8	293,1	280,8

может подвергаться существенному засолению за счет перетоков высокоминерализованных вод из нижележащих водоносных горизонтов, и по пробуренным в разные годы скважинам происходит загрязнение приповерхностной гидросферы, в том числе пресных подземных вод, используемых для водоснабжения [18].

Результаты по данным оценки качества питьевой воды из подземных источников водоснабжения, подаваемой населению в 4 населенных пунктах (Култаево, Гамово, Лобаново, Сылва) Пермского района, свидетельствуют о превышении общей жесткости во всех пробах, что создает риск здоровью населения [5]. При исследовании состава подземных вод на территории г. Перми отмечена концентрация нитратов и нитритов выше нормы, зафиксировано увеличение определенных микрокомпонентов (Cr, Fe, V, Mn, Cu, Zn) в период таяния снега. Возможно, это происходит из-за малой защищенности грунтовых вод и их активной взаимосвязи с поверхностью. [20].

Известно, что на химический состав подземных вод могут влиять нефтяные месторождения, загрязняя их хлоридами и нефтепродуктами [8]. При анализе качества подземных вод участка бассейна реки Сылва выделены зоны с повышенными значениями ПДК по стронцию и нитратам, и показано, что причиной повышенной концентрации стронция является близость к Мазуевскому месторождению стронция, а нитратов — смыв удобрений с полей во время паводков и хозяйственно-бытовое загрязнение [6].

Вода для питья и хозяйственно-бытовых нужд из подземных источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения контролируется на соответствие гигиеническим требованиям СанПиН 1.2.3685–21 [21]. При изучении величин показателей качества воды подземных источников, представленных в ежегодных докладах управления Роспотребнадзора Пермского края [22–25], удалось проследить динамику качества воды за 10 лет. Исследование результатов контроля воды в подземных источниках централизованного водоснабжения за период с 2011 по 2020 гг. позволило установить, что доля источников, не отвечающих санитарным требованиям, возростала с 2015 г. по 2018 г., затем понизилась до прежнего уровня (табл. 1). По материалам управления Роспотребнадзора по Пермскому краю [25] существенной причиной несоответствия проб санитарным требованиям является отсутствие зон санитарной охраны.

Поскольку отчасти на загрязнение подземных вод могли повлиять выбросы от стационарных и передвижных источников, представило интерес оценить динамику выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Пермского края за период 2013–2020 гг. Оказалось, что наблюдается увеличение, как валовых выбросов, так и возрастание выбросов от передвижных источников в тот же период с 2015 г. по 2018 г. (табл. 2). Можно предположить, что загрязняющие вещества, оседая на поверхности земли (или предметах, снежном покрове), могут проникать в грунтовые воды, особенно при выпадении осадков (в период таяния

Таблица 3. Доля проб воды в подземных источниках централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям, % [23–25]

Показатели	Доля нестандартных проб по годам, %					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Санитарно-химические	14,7	17,4	15,2	9,9	11,1	17,0
Микробиологические	4,4	3,1	3,5	3,0	4,0	3,2

Таблица 4. Доля проб воды в подземных источниках нецентрализованного водоснабжения Пермского края (колодцы, каптажи родников), не соответствующих гигиеническим требованиям в 2012–2020 гг., % [22–25]

Показатели по территории	Доли нестандартных проб по годам, %								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Санитарно-химические показатели									
Всего по Пермскому краю	28,7	28,2	31,2	36,8	23,2	16,4	18,2	19,6	17,6
В сельских поселениях	25,0	21,9	30,5	27,2	18,7	19,4	14,5	21,0	16,4
Микробиологические показатели									
Всего по Пермскому краю	28,2	25,7	37,5	31,8	31,1	38,2	36,8	16,4	14,6
В сельских поселениях	25,9	28,5	34,8	32,2	34,1	36,7	25,2	18,5	13,2

снега) и аккумулироваться, постепенно загрязняя более глубокие горизонты.

Результаты исследования проб воды по санитарно-химическим и микробиологическим показателям подземных источников централизованного водоснабжения Пермского края за период 2015–2020 гг. представлены в таблице 3, из которой видно, что доля проб воды из подземных источников, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, за последние 4 года выросла, а по микробиологическим — доля нестандартных проб несущественно изменялась (уменьшалась или увеличивалась в пределах от 0,4 до 1,3).

Обследование функционирующих по состоянию на 01.01.2020 г. 1428 подземных источников нецентрализованного питьевого водоснабжения (колодцы, каптажи родников) показало, что за последние три года доля, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, не изменилась и составила 9,3% [25]. Данные контроля санитарно-химических и микробиологических показателей в пробах воды из подземных источников нецентрализованного водоснабжения (колодцы, каптажи родников) за период 2012–2020 гг. представлены в таблице 4, в которой отражены доли проб воды, не соответствующие гигиеническим требованиям. В целом по годам удельный вес проб воды из подземных источников нецентрализованного водоснабжения, которые не соответствуют гигиеническим нормативам, ниже общих в большинстве годовых показателей по сельским поселениям. Можно считать,

что вода из подземных источников нецентрализованного снабжения водой на сельских территориях лучше по качеству (табл. 4).

Нужно отметить, что за последние два года (2019, 2020 гг.) намечается тенденция уменьшения доли нестандартных проб по микробиологическим и санитарно-химическим показателям из подземных источников нецентрализованного водоснабжения Пермского края, в том числе и в сельских поселениях (табл. 4). Актуальными для региона остаются природно-обусловленное повышенное содержание в питьевой воде микроэлементов, в т.ч. солей жесткости, образование галогенсодержащих соединений в процессе хлорирования, а также загрязнение воды во время транспортировки до потребителя [5, 25]. Недостаточное применение мер по привлечению апробированных доброкачественных методов водоочистки может приводить к использованию населением воды, не соответствующей нормативам.

Подземные воды формируются в основном в результате просачивания атмосферных осадков (инфильтрационные воды), а также путем конденсации водяного пара, проникающего с воздухом в трещиноватые и пористые горные породы [1]. Вредные вещества могут проникнуть в водоносные горизонты за счет источников диффузного загрязнения (городские и селитебные местности, зоны влияния промпредприятий, объекты строительства и транспортной инфраструктуры, сельскохозяйственные угодья, территории добычи полезных ископаемых, обрушивающиеся берега рек, участки с нарушенным почвенным покровом и др.). Названные

факторы диффузного загрязнения присутствуют на территории Пермского края.

В результате хозяйственной деятельности человека на поверхность земли попадают и скапливаются огромные количества различных веществ. К ним относятся отходы (промышленные, коммунальные, транспортные, сельскохозяйственные), используемые в сельском хозяйстве и промышленности удобрения и ядохимикаты, нефтепродукты, химические реагенты и др. Загрязняющие вещества, фильтруясь вместе со сточными водами, атмосферными осадками и частью поверхностного стока, проникают в подземные воды и изменяют их качество — химический и органолептический состав, физические свойства. Все это является основной причиной загрязнения подземных вод [1, 4, 10, 28].

В Пермском крае имеются накопители жидких отходов промышленных организаций (шламоотстойники ТЭЦ, отстойник-шламонакопитель ОАО «Березниковский содовый завод», шламоотвал промстоков ХВО Пермской ГРЭС, шламохранилище ПАО «Уралкалий», шламонакопители АО «ГалоПолимер Пермь» и др.), что может оказывать влияние на качество подземных вод. Особо нужно отметить, что нестабильной продолжает оставаться гидрохимическая обстановка в Кизеловском угольном бассейне (КУБ), в настоящее время шахты которого закрыты. По материалам ООО «Пермэнергоаудит» на территории КУБ водоносный горизонт по-прежнему значительно загрязнен химическими веществами такими, как сульфаты до 7 ПДК, железо до 4 350 ПДК, алюминий до 132 ПДК, бериллий до 215 ПДК, марганец до 250 ПДК, литий до 19 ПДК, никель до 21 ПДК. Несомненно, что загрязняются и поверхностные воды больших и малых рек, по которым установлена или предполагается гидравлическая связь с подземными и шахтными водами Кизеловского уголь-

ного бассейна [25]. Загрязненные подземные воды могут повлиять на качество поверхностных вод, особенно когда расходы воды рек небольшие, а подземные воды интенсивно загрязнены [1]. Выбросы загрязняющих веществ в воздух, накопители отходов, сбросы сточных вод многопрофильных, сельскохозяйственных и коммунальных объектов способствуют изменению не только поверхностных вод, но и подземных.

Заключение

В ряде районов Пермского края техногенный фактор оказывает влияние на экологическое состояние подземных водных объектов. Проведенный анализ результатов контроля проб воды подземных источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения в Пермском крае показал, что при их исследовании ежегодно фиксируются пробы воды, не соответствующие санитарным требованиям. Доля проб воды из подземных источников централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, за последние 4 года увеличилась к 2020 г. Вода из подземных источников нецентрализованного водоснабжения на сельских территориях Пермского края лучше по качеству.

Загрязнение подземных водных объектов Пермского края тесно связано с состоянием окружающей среды в целом. Практически невозможно предотвратить негативное воздействие на подземные воды при продолжающемся отрицательном действии вредных веществ атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв. Охрана подземных вод от разных факторов загрязнения должна осуществляться в рамках решения этой общей проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидорова Л.П., Низамова А.Ф. Подземные воды — важнейший регулятор пресной воды. — Екатеринбург, 2016. — 146 с.
2. Арустамов Э.А., Левакова И.В. Загрязнение подземных вод стало актуальной экологической проблемой // Вестник Евразийской науки. — 2019. — Т. 11. — № 6. — С. 1–7. URL: <https://esj.today/PDF/40NZVN619.pdf> (дата обращения 09.02.2022).
3. Справка о современном состоянии подземных вод и опасных экзогенных геологических процессов Пермского края: подготовлена ФГБУ «Гидроспецгеология» в рамках выполнения Государственного задания Федерального агентства по недропользованию от 26.12.2019 № 049–00017–20–04. Пермь, 2019. // Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/f6ef7c7ac089b3717748a9ffd6bed426.pdf> (дата обращения 09.02.2022).
4. Даль Л.И., Копылов И.С., Алексеева Л.В. Гидрогеоэкологическая оценка Кудымкарского района // Современные научные исследования и инновации. — 2016. — № 9(65). — С. 339–346.
5. Чепкасова Н.И. и др. Гигиеническая оценка качества воды источников централизованного водоснабжения в Пермском крае // Международный студенческий научный вестник. — 2017. — № 6. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=17963> (дата обращения 11.02.2022).
6. Волков С.А., Балахнин Д.А., Шеина К.В. Состояние качества подземных вод участка бассейна реки Сылва для питьевого водоснабжения и рыбохозяйственного промысла по результатам опробывания 2019 года (район среднего течения реки Сылва) // Геология в развивающемся мире: материалы XIV Международной науч.-практ. конф. — Пермь. — 2021. — С. 342–348.

7. Копылов И.С. Геоэкология, гидрогеология и инженерная геология Пермского края [Электронный ресурс]: монография. Пермь. — 2021. — 501 с. — URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/mono/kopylov-Geoekologiya-gidrogeologiya-i-inzhenernaya-geologiya-Permskogo-kraya.pdf> (дата обращения 27.01.2022).
8. Репин И.С. Прогноз хлоридного загрязнения в бассейне реки Ирень // Геология в развивающемся мире: материалы XIV Международной науч.-практ. конф. — Пермь. — 2021. — С. 322–326.
9. Онищенко Г.Г. и др. Бенчмаркинг качества питьевой воды. — СПб: Новый журнал. — 2010. — 463 с.
10. Эльпинер Л.И. Современные медико-экологические аспекты учения о подземных водах // Гигиена и санитария. — 2015. — Т. 94. — № 6. — С. 39–46.
11. Dunn G. et al. Microbial water quality communication: public and practitioner insights from British Columbia, Canada // *Water Health*. — 2014. — Vol. 12. — № 3. — P. 584–595.
12. Lotter J.T. et al. Groundwater arsenic in Chimaltenango, Guatemala // *Water Health*. — 2014. — Vol. 12. — № 3. — P. 533–542.
13. Zhang Y., Ma R., Li Z. Human health risk assessment of groundwater in Hetao Plain (Inner Mongolia Autonomous Region, China) // *Environmental Monitoring and Assessment*. — 2014. — Vol. 186. — № 8. P. 4669–4684.
14. Полякова Е.В., Мырцева Е.А. Распределение некоторых нормируемых компонентов в подземных водах севера Русской плиты и их воздействие на организм человека // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 10. — С. 140–145.
15. Иванов С.В., Федорова Э.Л., Темиров Э.Э. Влияние качества воды на здоровье населения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2017. — № 3–2. С. 186–189.
16. Okoye O. Environmental Exposure to Crude Oil: A Potential Risk for Chronic Kidney Disease (CKD) in Disadvantaged Countries // *West African Journal of Medicine*. — 2019. — Vol. 36. — № 2. — P. 144–157.
17. Сазонова О.В. и др. Анализ риска здоровью населения, обусловленного загрязнением питьевой воды (опыт Самарской области) // Анализ риска здоровью. — 2021. — № 2. — С. 41–51. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.04.
18. Максимович Н.Г., Первова М.С. Влияние перетоков минерализованных вод Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей на приповерхностную гидросферу // Инженерные изыскания. — 2012. — № 1. — С. 22–28.
19. Ястребов А.А. и др. Гидрогеохимические особенности распространения подземных вод Соликамского района Пермского края // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. — 2018. — № 3. — С. 65–71.
20. Шукова И.В., Казаков В.Н. Особенности микрокомпонентного состава природных вод на территории г. Перми // Вестник Пермского университета. Геология. — 2019. — Т. 18. — № 3. — С. 205–218.
21. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 2 от 28.01.2021. — Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
22. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2014 г.: Докл. Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Пермь, 2015.
23. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2016 г.: Докл. Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Пермь, 2017.
24. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2017 г.: Докл. Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Пермь, 2018.
25. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2020 г.: Докл. Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Пермь, 2021.
26. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2018 г.: Докл. Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Пермь, 2019.
27. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2020 г.: Докл. Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Пермь, 2021.
28. Усманова Л.И., Усманов М.Т. Геохимические особенности подземных и поверхностных вод в зоне влияния золоотвала Читинской ТЭЦ-1 // Международный научно-исследовательский журнал. — 2018. — Вып. № 11 (77). — С. 91–95.

© Мещурова Татьяна Александровна (tmeshurova@mail.ru), Аксёнова Вера Михайловна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФИТОНЦИДЫ В БОРЬБЕ С БАКТЕРИАЛЬНЫМИ И ВИРУСНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ РАСТЕНИЙ

Монтинина Ирина Михайловна

Кандидат биологических наук, Омский
государственный педагогический университет
imontina@mail.ru

PHYTONCIDES IN THE FIGHT AGAINST BACTERIAL AND VIRAL DISEASES OF PLANTS

I. Montina

Summary. The article presents an overview of the main phytoncidal plants and their effects on bacterial and viral diseases of plants. The mechanism of action of plant phytoncides on various microorganisms is described. It is shown that phytoncides differ from other chemicals in that they do not allow microorganisms to create any of their own defense mechanisms. It is noted that the bactericidal effect of most phytoncidal plants on pathogenic microorganisms depends on the season of the year. Most hardwoods are characterized by an active phytoncidal effect in the summer, however, for some species, several periods of such activity are characteristic. The positive effect of phytoncides on the fruits of plants, especially during storage, has been shown. The inhibitory effect of phytoncides on the development of plant viruses is described.

Keywords: plant phytoncides, phytopathogens, plant protection, bacterial diseases, viral diseases.

Аннотация. В статье представлен обзор основных фитонцидных растений и их влияния на бактериальные и вирусные болезни растений. Описан механизм действия фитонцидов растений на различные микроорганизмы. Показано, что фитонциды отличаются от других химических веществ тем, что не позволяют микроорганизмам создавать какие-либо собственные механизмы защиты. Отмечено, что бактерицидное действие большинства фитонцидных растений на патогенные микроорганизмы зависит от сезона года. Большинство лиственных пород характеризуется активным фитонцидным действием в летний период, однако для некоторых видов, характерно несколько периодов подобной активности. Показано положительное влияние фитонцидов на плоды растений, особенно при хранении. Описано ингибирующее действие фитонцидов на развитие вирусов растений.

Ключевые слова: фитонциды растений, фитопатогены, защита растений, бактериальные болезни, вирусные болезни.

Фитонциды являются веществами различной химической природы, которые выделяются растениями и обладают свойствами замедлять развитие или уничтожать бактерии, грибы, простейшие или многоклеточные организмы. Термин предложил Б.П. Токин в 1928 г. и, несмотря на прения в научных кругах, утвердился именно он [12].

Механизм действия фитонцидов растений на различные микроорганизмы связан с тем, что они могут способствовать изменению клеток микроорганизмов, в том числе вызывать разрушение клеточных стенок, затруднять процессы дыхания, способствовать возникновению отрицательного хемотаксиса у подвижных форм, либо нарушать процессы размножения. Фитонциды отличаются от других химических веществ тем, что не позволяют микроорганизмам создавать какие-либо собственные механизмы защиты. Поэтому при воздействии фитонцидами у микроорганизмов не изменяется генетический аппарат, т.е. фитонциды не проявляют мутагенных свойств [6].

Сегодня актуально изучение фитонцидов, которые могут убивать или тормозить развитие различных фитопатогенных микроорганизмов. Высокой фитонцидной активностью обладают пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), сосна сибирская (*Pinus sibirica*), рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.), тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) и ряд других растения, которые, способны пагубно влияют на развитие микроорганизмов III–IV групп патогенности [3].

Однако необходимо отметить, что бактерицидное действие большинства растений на патогенные микроорганизмы зависит от сезона года. Большинство лиственных пород характеризуется активным фитонцидным действием в летний период, например, хвойные породы, или как у березы повислой — осенью, однако для некоторых видов, характерно несколько периодов подобной активности, например для тополя дрожаще-

го максимальная фитонцидная активность отмечается в весенний и осенний периоды [5]. Помимо особенностей сезонной динамики, при исследовании фитонцидной активности растений, необходимо обращать внимание также и на время суток. Так, у большинства древесно-кустарниковых растений первичные и вторичные выделения имеют максимальные фитонцидные свойства в дневное время, близкое к полудню [2].

Летучие формы фитонцидов оказывают воздействие на некоторые расстояния, вызывая различные спектр и силу антимикробного воздействия. Фитонциды таких растений как чеснок, хрен, лук, красный перец способны уничтожать многие виды микроорганизмов практически мгновенно.

Нелетучие формы фитонцидов, такие как фенолосоединения, антоцианы, дубильные вещества, присутствуют в покровной ткани и создают защиту поверхности растений [1].

Сегодня проводится достаточно большое количество исследований по влиянию фитонцидов различных растений на микроорганизмы.

Фитонциды таких хвойных пород как сосна, можжевельник и туя оказывают ингибирующее действие на поражение семян растений во время прорастания. Проведенные опыты по фитонцидному действию побегов и игл действию данных хвойных растений показывают снижение пораженности семян кабачка и ячменя патогенами на 95–100% по сравнению с контролем (семена не обрабатывались фитонцидами). Однако можно отметить, что не все хвойные можно использовать как фитонциды, улучшающие состояние прорастающих семян. Опыты показали, что побеги и иглы хвои ели оказывают ингибирующее действие на прорастание семян таких растений как ячмень и кабачок [11].

Представитель семейства *Alliaceae* — *Allium cepa* L. (лук репчатый) синтезируют биологически активные вещества, которые обладают антибактериальной и антигрибковой активностью (бактерицидным и фунгицидным действием). Фитонциды, выделяемые *Allium cepa* L. губительно влияют на различные виды микроорганизмов. При изучении воздействия фитонцидов данного растения показано, что уже через 10–30 минут воздействия фитонцидов начинается гибель микрококков, диплококков, стрептококков, а при более длительных воздействиях отмечается гибель тетракокков, стафилококков, клостридий [7].

Положительное влияние фитонциды *Allium cepa* L. оказывают на плоды различных растений, особенно при хранении, защищая их от возникновения различ-

ных заболеваний. Воздействие фитонцидов способствует предотвращению возникновения бактериозов у огурцов при хранении. Если прослаивать плоды луковой шелухой, то снижаются потери питательных веществ в плодах, и, тем самым, повышается их устойчивость к заболеваниям, и, соответственно, улучшается сохранность [4, 10].

Фитонциды хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) улучшают лежкость плодов яблони при хранении и значительно снижают (на 30%) возникновение горькой ямчатости плодов. Хранение в хвое плодов позволяет полностью ингибировать развитие горькой ямчатости в течение всего периода хранения яблок. Хранение плодов яблони в хвое (пересыпание плодов) позволяет значительно снижать потери, возникающие вследствие естественной убыли и за счет уменьшения абсолютного отхода вследствие бактериозов. Выход стандартных плодов при таком способе обработки по сравнению с контролем увеличивается на 8,3%. В варианте хранения потери плодов с хвоей потери от гнили значительно снижаются до минимальных пределов и составляют около 0,7%, тогда как суммарные потери плодов от горькой ямчатости без обработки фитонцидами составляют 10,1% [9].

Фитонциды оказывают также ингибирующее действие и на развитие вирусов растений. На сегодня вирусы растений являются наиболее сложными заболеваниями, которые достаточно трудно диагностировать. Существует около двух тысяч вирусных болезней растений. Однако даже если удалось выделить и идентифицировать вирус из растения, то практически невозможно вылечить данное растение и его, как правило, нужно уничтожить, т.к. не существуют на сегодняшний день способы лечения, приносящие положительные результаты. Не существует таких препаратов, которые гарантированно убивали бы вирусы, существуют только вещества, ослабляющие их действие.

Однако устойчивость растений к вирусам подчиняется тем же законам, что и устойчивость растений к бактериозам и микозам. И поэтому повышение иммунитета растений будет способствовать снижению вредоносности вирусов на растения.

Особенно велика роль усиления иммунитета и повышение устойчивости растений к вирусным болезням у фитонцидов. Исследования М.Я. Молдована показали, что сок некоторых растений подавляет развитие вирусов. Исследования показали, что под влиянием клеточного сока растений, обладающих фитонцидными свойствами, например, сок из семян табака, сок лука, чеснока, сахарной свёклы, ингибирует размножение вирусных уже через несколько часов. Количество вирусов

снижается в сотни раз. Кроме того, отмечено, что под действием фитонцидов, содержащихся в семенах табака, происходит лизис («растворение») большинства вирусных частиц и распад их на отдельные фрагменты [8].

Однако действие фитонцидов на вирусы может быть различно. Влияние фитонцидов сока агавы или алоэ приводит к агрегации вирусных частиц и образующиеся слипшиеся скопления не способны к нормальной репликации и поэтому количество их в клетке не увеличивается.

Ингибирующим действием на воспроизведение вируса в клетке обладают также сок столовой свёклы, капусты, петрушки, липы, смородины. Действие фитон-

цидов распространяется только на вирусные частицы, а не клетки растительного организма [8].

Таким образом, на сегодня известно достаточное количество основных фитонцидных растений и изучено их влияния на бактериальные и вирусные болезни растений. Описаны механизм действия фитонцидов растений на различные микроорганизмы, которые позволяют с успехом использовать их для лечения бактериозов и вириозов растений. Фитонциды в отличие от других химических веществ не позволяют микроорганизмам создавать какие-либо собственные механизмы защиты, что позволяет использовать фитонциды длительное время. Применение фитонцидов при хранении плодов и овощей значительно увеличивает их лежкость и предотвращает развитие заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилова, П.С. Фитонциды как фактор иммунитета растений / П.С. Вавилова, М.Н. Мишина // Наука и Образование. — 2021. — Т. 4. — № 3. — EDN PVSQDL.
2. Григорьева М.В. Фитонцидные свойства насаждений лесопарковой части зеленой зоны города Воронежа: дис. канд. биол. наук / Воронеж, 2000. 262 с.
3. Казакбиева, А.Е. Влияние фитонцидов древесных пород на микроорганизмы / А.Е. Казакбиева // Безопасный Север — чистая Арктика: сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Сургут, 26 октября 2018 года / Сургутский государственный университет. — Сургут: ООО «Печатный мир г. Сургут», 2018. — С. 67–70. — EDN JNNAKT.
4. Козаева, В.Р. Использование фитонцидов лука для сохранения качества плодов огурца при хранении / В.Р. Козаева, Л.Х. Тохтиева // Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов и магистрантов ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»: Сборник. — Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. — С. 70–71. — EDN XNRESL
5. Кочергина М.В., Дарковская А.М. Фитонцидные свойства насаждений Петровского сквера г. Воронежа // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2009. № 23. С. 180–183.
6. Сульдина А.Ф., Ефремов А.А., Некрасова В.Д. Санационные свойства эфирных масел некоторых дикорастущих растений Сибири // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2006. № 10. С. 327.
7. Ткаченко, Е.И. Влияние фитонцидов *Allium* сера L. на микроорганизмы / Е.И. Ткаченко, Д.В. Кокова // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: В 2 томах, Абакан, 26–28 ноября 2014 года / Ответственный редактор В.В. Аношин. — Абакан: Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2014. — С. 113. — EDN TXBEQL.
8. Токин Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Изд. 3-е, испр. и доп. — 5 Изд-во Ленингр. университета, 1980. — 280 с. Ил. — 67, библиогр. 31 назв.
9. Тохтиева, Э.А. Использование фитонцидов хвои для повышения сохраняемости плодов яблони / Э.А. Тохтиева // Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов и магистрантов ФГБОУ во «Горский государственный аграрный университет». — Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2020. — С. 142–144. — EDN EIGHRH.
10. Тохтиева, Л.Х. Использование фитонцидов хвои для повышения сохраняемости плодов огурца / Л.Х. Тохтиева // Достижения науки — сельскому хозяйству: материалы региональной научно-практической конференции, Владикавказ, 19–20 декабря 2016 года. — Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2016. — С. 117–119. — EDN XRKZAJ.
11. Ханова, Р. Фитонциды леса: свойства и функции / Р. Ханова // Вестник КИГИТ. — 2011. — № 3(16). — С. 83–86. — EDN PJVQSP.
12. Чубатова, С.А. Фитонциды: история и перспективы применения / С.А. Чубатова // Бактериология. — 2020. — Т. 5. — № 3. — С. 60–67. — DOI 10.20953/2500–1027–2020–3–60–67. — EDN RNONJY.

© Монтина Ирина Михайловна (imontina@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Монтина Ирина Михайловна

Кандидат биологических наук, Омский
государственный педагогический университет
imontina@mail.ru

BACTERIAL DISEASES OF PLANTS AND MEASURES TO COMBAT THEM IN MODERN CONDITIONS

I. Montina

Summary. The article provides an overview of the main bacterial diseases of plants and ways to protect against them. The features of bacteriosis for different crops are described. The factors contributing to the increased pathogenicity of existing pathogenic bacteria for plants are shown. Bacteriosis-containing measures and modern control measures are described. It is shown that special attention in the fight against bacterial diseases of plants at the present stage should be paid to environmentally friendly and effective biological products based on microorganisms antagonists of phytopathogens.

Keywords: plant bacteriosis, phytopathogens, plant protection, biologics, phage preparations.

Аннотация. В статье представлен обзор основных бактериальных болезней растений и способов защиты от них. Описаны особенности бактериозов для разных сельскохозяйственных культур. Показаны факторы, способствующие усилению патогенности существующих болезнетворных для растений бактерий. Описаны сдерживающие бактериозы мероприятия и современные меры борьбы. Показано, что особое внимание в борьбе с бактериальными болезнями растений на современном этапе должно уделяться экологичным и эффективным биопрепаратам, на основе микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов.

Ключевые слова: бактериозы растений, фитопатогены, защита растений, биопрепараты, фаговые препараты.

На сегодняшний день проблема бактериальных болезней растений и способов защиты от них волнует уже не только специалистов-фитопатологов. Ранее бактериозы возникали периодически, обычно раз в 12 лет, а затем исчезали и не наносили существенного вреда сельскохозяйственным культурам. И, хотя во время вспышек бактериозов, ущерб хозяйствам обычно причинялся значительный, но затем, в связи с исчезновением заболеваний, каких либо значительных мер для их ликвидации не принималось.

Особенностью бактериальных болезней также является сложность их прогнозирования и развития. Однако, если распространение бактериоза связано с насекомыми, которые являются их переносчиками, то в этом случае можно предсказать цикличность заболевания, т.к. здесь прослеживается прямая связь с цикличностью развития насекомых. К таким бактериям можно отнести *Pantoea stewartii*, *Erwinia amylovora*, *Rathayibacter tritici* [1].

Изменения климата, произошедшие в начале века привели к повсеместному повышению температуры и эта тенденция продолжает расти. С увеличением температуры на 3 °C повышается вероятность распространения бактериозов в 2 раза и на 50% усиливается

пораженность растений бактериями [1]. Связан такой всплеск бактериальных заболеваний с тем, что при температуре 24–25 °C начинается активное развитие бактерий в растениях и проявляются основные признаки поражения.

Сегодня отмечается усиление патогенности уже известных и возникновение совершенно новых бактериальных болезней растений. Появились и распространились такие следующие виды: *Dickeya dianthicola*, и *D. solani* — патогены картофеля [3], *Erwinia amylovora*, вызывающая бактериозы на плодовых [2], *Pantoea ananatis* — патоген риса, *Agrobacterium rhizogenes* — бактерия, активно поражающая томаты и огурцы в теплицах [14]. Значительно усилилась пораженность пасленовых, в частности томатов и картофеля некоторыми подвидами *Clavibacter michiganensis* [5].

Стали активно паразитировать на сельскохозяйственных видах растений, которые раньше наносили незначительных ущерб дикорастущим и декоративным растениям, либо незначительно поражали плодово-ягодные и другие культуры. Например, бактерия *Xanthomonas arboricola*, незначительно поражающая в недавнем прошлом тополь, землянику и другие культуры, сейчас активно паразитирует на подсолнечнике,

крестоцветных, злаках и пасленовых, *Pseudomonas viridiflava* значительно поражает злаковые [7], томаты и рапс [2].

Распространению бактериозов способствует также и расширение торговых отношений по товарообороту сельскохозяйственной продукции и семян России с другими странами [8]. Так, возбудитель бурой гнили у картофеля бактерия *Ralstonia solanacearum*, занесенная в Список ограничено распространенных карантинных объектов на территории РФ, была зарегистрирована в Магаданской и Ленинградской областях в 2000–2001 гг. [13], а в 2011–2013 гг. была неоднократно выявлена в партиях продовольственного картофеля, импортированного из Китая, Египта, Бангладеш и некоторых других тропических стран тропической зоны. Данный карантинный вредитель, который ранее встречался только в субтропиках, с 2006–2008 гг. отмечается в агроценозах Польши и Турции [1].

Сегодня отмечается появление нового для России патогена *Liberibacter solanacearum* — возбудителя «зеленых чипсов» [4].

Достаточно большой проблемой сегодня является пораженность посадочного материала картофеля кольцевой гнилью, возбудителем которой является *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicum*, встречаемость патогенна в сертифицированном посадочном материале, произведенном в РФ, составляет 23%, а в некоторых партиях до 50% [1].

Широко распространенным заболеванием является черная бактериальная пятнистость перцев и томатов, возбудителями которой являются пять видов бактерий рода *Xanthomonas* (*X. euvesicatoria*, *X. gardneri*, *X. vesicatoria*, *X. arboricola*, *X. campestris* pv. *raphani*). Распространение данного заболевания в открытом грунте может достигать до 50%, а также могут значительно поражаться тепличные растения в теплицах [5].

Повсеместно как в открытом, так и в защищенном грунте томаты поражаются бактериальным раком, который вызывает *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*. Этот возбудитель был в конце 1980-х годов завезен в СССР и с тех пор вызывает значительные поражения растений. Бактерии передаются через семена, но могут длительно сохраняться в условиях закрытого грунта, вызывая частые вспышки заболевания. Растения при раннем заражении, как правило, погибают до созревания плодов [1].

Для капусты наиболее вредоносным патогеном, вызывающим сосудистый бактериоз являются два вида рода *Xanthomonas* (*X. arboricola* и *X. campestris*).

Бактерии передаются с семенами, вызывая в течение ряда последних лет эпифитотии на всех территориях, где выращивается капуста, и приводит к потере урожая до 100%. Кроме того, *X. arboricola* поражает также древесные культуры, способствуя поддержанию инфекционного фона на высоком уровне даже при соблюдении севооборота. Эти же виды рода *Xanthomonas* могут поражать рапс, способствуя гибели во время перезимовки посевов озимых сортов и вызывая во время вегетации симптомы листовых пятнистостей и ожогов. Перезимовавшие на озимом рапсе бактерии затем рано поражают соседние посадки яровых крестоцветных культур. Отмечается также смещение начала заболевания в полях на июнь–июль с августа, что приводит к значительным потерям урожая и усилению распространения заболевания [1].

Для огурцов в открытом грунте наибольшую вредоносность проявляет бактерия *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, вызывающая угловатую пятнистость. Пораженность культуры огурца этим заболеванием составляет от 15 до 100% в зависимости от погоды и сорта [2].

Проблема вредоносности для растений бактериальных заболеваний связана с недостаточной деятельностью со стороны специалистов по защите растений.

Распространению бактериозов способствуют ряд применяемых агротехнологий, например, до 90% здоровых клубней картофеля заражается бактериями во время уборки, сортировки или протравливания посадочного материала. Нарушение севооборотов и возврат экономически выгодных культур на поля через год или на следующий вегетационный сезон приводят к значительным поражениям даже тех культур, которые практически не поражаются бактериозами, например, подсолнечника, сахарной свеклы, пшеницы, рапса.

Поэтому для снижения распространения бактериозов и защиты растений в современных условиях необходимо вводить обязательную и повсеместную диагностику семенного и посадочного материала, разрабатывать надежные инструментальные экспресс-методы анализа фитопатогенов в условиях сельхозпроизводства, проводить селекционную работу по выведению устойчивых к бактериозам сортов и гибридов основных выращиваемых культур.

Многие бактериальные болезни достаточно хорошо сдерживаются такими мероприятиями, как широкое использование антибиотиков, различными методами агротехники, выведением и культивированием сортов, устойчивых к бактериозам. Однако, этих мероприятий не всегда бывает достаточно при возникно-

вении эпифитотий. Сегодня появляется все большее количество биологических средств защиты растений, особенно от бактериозов, которые проявляют большую эффективность в подавлении болезни, снижают распространение заболеваний, сохраняют сельскохозяйственные культуры и позволяют получить урожай с растений.

Один из современных, недавно появившихся способов лечения бактериальных заболеваний отличается простотой использования, высокой экологичностью и эффективностью.

Данный способ относится к достаточно безопасному биологическому средству защиты растений от бактериальных заболеваний. Для приготовления биопрепарата необходимо взять здоровое растение одного вида и сорта, что и пораженное. Растение необходимо высушить, измельчить и прокипятить, затем после охлаждения и отфильтровывания полученного раствора добавить к нему фосфат калия до pH 7,5. После этого смесь необходимо выдержать смесь 3 суток, а затем внести свежие срезанные части от здорового растения одного сорта и выдержать смесь 3–5 суток. После этого состав для обработки пораженных растений готов к использованию. Полученный состав эффективен против бактериоза капусты и пероноспороза огурцов [9].

Эффективными также являются биопрепараты на основе бактерий, которые обладают высокой антагонистической активностью против возбудителей бактериозов. Создание высокоэффективных препаратов

производится на основе штаммов бактерий *Bacillus subtilis* [11], *Pseudomonas asplenii* [10].

Высокой эффективностью обладают созданные комплексные биопрепараты на основе оригинальных штаммов бактерий *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* и грибов рода *Trichoderma*, которые являются эффективными и экологичными средствами профилактики эпифитотий бактериальных и грибных болезней сельскохозяйственных растений [12].

Особый интерес у специалистов сегодня вызывают недавно появившиеся фаговые препараты, т.к. традиционные методы борьбы с бактериальными заболеваниями растений не позволяют добиться эффективного результата, а применение бактериофагов в качестве антибактериальных агентов является перспективным и эффективным направлением в области защиты растений. Сегодня разработана технология изготовления и контроля фагового биопрепарата *Xanthomonas campestris* с учетом определенных технологических параметров, который показал большую эффективность [6].

Таким образом, в современных условиях для борьбы с распространением бактериозов необходимо вводить контроль семенного и посадочного материала, применять быстрые и эффективные методы анализа бактериозов, культивировать сорта сельскохозяйственных растений и применять современные экологичные и высокоэффективные биопрепараты для защиты растений от патогенов.

ЛИТЕРАТУРА

- Игнатов, А.Н. Распространение бактериальных и фитоплазменных болезней растений в России / А.Н. Игнатов, М.С. Егорова, М.В. Ходыкина // Защита и карантин растений. — 2015. — № 5. — С. 6–10. — EDN TRKKDP.
- Игнатов А.Н., Пунина Н.В., Матвеева Е.В., Корнев К.П., Пехтерева Э.Ш., Политыко В.А. Новые возбудители бактериозов и прогноз их распространения в России. // Защита и карантин растений. — 2009. — № 4. — С. 38–41.
- Карлов А.Н., Зотов В.С., Пехтерева Э.Ш. и др. *Dickeya dianthicola* — новый для России бактериальный патоген картофеля. // Известия ТСХА. — 2010. — № 3. — С. 134–141.
- Кастальева Т.Б., Гирсова Н.В., Можяева К.А. Генетическое разнообразие фитоплазм, вызывающих болезни культурных и дикорастущих растений в России. // Защита картофеля. — 2014. — № 2. — С. 57–61.
- Корнев К.П., Матвеева Е.В. и др. Черная бактериальная пятнистость томата в России. // Защита и карантин растений. — 2010. — № 5. — С. 48–49.
- Майоров, П.С. Технология изготовления и контроля фагового биопрепарата *Xanthomonas campestris* / П.С. Майоров, Н.А. Феоктистова, О.С. Майоров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4(56). — С. 91–95. — DOI 10.18286/1816-4501-2021-4-91-95. — EDN HTQA0B.
- Матвеева Е.В., Политыко В.А., Пехтерева Э.Ш. и др. Новые бактериальные болезни зерновых в Российской Федерации. // Сб. тр. ВНИИФ (юбилейный) «50 лет на страже продовольственной безопасности страны». — Большие Вяземы, 2008. — С. 172–179.
- Микроорганизмы, вызывающие карантинные для Российской Федерации бактериальные болезни растений / Е.В. Каримова, Ю.А. Шнейдер, В.Г. Заец, И.П. Смирнова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. — 2013. — № 2. — С. 27–37. — EDN QAIIICP.
- Патент № 2180169 С2 Российская Федерация, МПК А01N63/00, А01N63/04, А01N65/00. Способ борьбы с бактериальными и грибными болезнями растений: № 99117657/13: заявл. 16.08.1999; опубл. 10.03.2002 / А.М. Черников. — EDN ZOZFLI.

10. Патент № 2711873 С1 Российская Федерация, МПК С12Н1/20, А01N63/02, С12R1/38. Бактериальный штамм *Pseudomonas asplenii* 11RW для защиты растений от болезней: № 2019120508: заявл. 02.07.2019: опубл. 23.01.2020 / С.Н. Масленникова, С.Д. Каракотов; заявитель Акционерное общество «Щелково Агрохим». — EDN AJXDVV.
11. Патент № 2201678 С2 Российская Федерация, МПК А01N63/00, С12Н1/20, С12R1/125. Биопрепарат для защиты растений от грибных и бактериальных болезней: № 2001104332/13: заявл. 19.02.2001: опубл. 10.04.2003 / Ф.А. Байгузина, Т.Н. Кузнецова, Р.Ш. Захарова [и др.]; заявитель Алсынбаев Махаммат Махамматуллоевич. — EDN CZPVFH.
12. Санин С.С. // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль / Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии. -Большие Вяземы, 2017. -С. 471–476. -Рез. англ.-Библиогр.: с. 476. Шифр 17–9825 // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. — 2019. — № 1. — С. 59. — EDN VTHVIP.
13. Сударикова С.В. Бурая гниль картофеля — карантинное заболевание для Российской Федерации // Сб. статей участников Международной научной конф. «Фитопатогенные бактерии. Фитонцидология. Аллелопатия» / Под ред. В.В. Подгорского. — Киев: Державний агроекологічний ун-т, 2005. — С. 26–31.
14. Ходыкина М.В., Пехтерева Э.Ш., Кырова Е.И., Виноградова С.В., Ахатов А.К., Юваров В.Н., Борисова И.П., Игнатов А.Н. Новая бактериальная болезнь тепличного огурца в России. // Гавриш. — № 3. — С. 24–29.

© Монтин Ирина Михайловна (imontina@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Омск

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С УЧЕТОМ ПОГОДНЫХ ДАННЫХ

ANALYSIS OF THE RESULTS OF AERIAL PALYNOLOGICAL MONITORING BASED ON WEATHER DATA

**L. Novoselova
V. Shklyayev
N. Minaeva**

Summary. The paper considers the features of the atmospheric transport of pollen grains of 15 allergenic plant species. Analysis of the monitoring results revealed that the most significant amount of pollen grains refers to birch, nettle, pine and poplar. In May, birch and hazel give the main amount of allergic bioaerosol. In the period from June to August, cereals, nettle, wormwood, sorrel, plantain are the source of pollen emission. A good quantitative relationship was found between the content of plantain and sorrel pollen grains; cereals and wormwood; cereals and nettles; hazel and plantain.

Based on ten-day data, a relationship was revealed between the number of pollen grains, the number of days with precipitation, and the average ten-day air temperature. Quantitative estimates of this relationship change in different periods of plant flowering and can be both positive and negative. To take into account the direction of the wind accompanying the transfer of bioaerosol, daily radio sounding data for the period from April to August from 2010 to 2019 were used.

The grouped data made it possible to obtain that in some years the highest concentration of birch pollen grains in May may not correspond to the predominant direction of the main transport, which may be due to the influence of less distant emission sources.

Keywords: pollen monitoring, pollen grains, pollinosis, allergies, precipitation, ten-day air temperature, atmospheric boundary layer.

Новоселова Лариса Викторовна

*Д.б.н., профессор, Пермский государственный
национальный исследовательский университет
Novoselova@psu.ru*

Шкляев Владимир Александрович

*К.з.н., доцент, Пермский государственный
национальный исследовательский университет;
Уральский государственный НИИ региональных
экологических проблем, г. Пермь
shklyayevvl@yandex.ru*

Минаева Наталья Витальевна

*Д.м.н., профессор, Пермский государственный
медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера
docnvm@mail.ru*

Аннотация. В работе рассмотрены особенности атмосферного переноса пыльцевых зерен 15 аллергенных видов растений. Анализ результатов мониторинга выявил, что наиболее существенное количество пыльцевых зерен древесных растений относится к березе, травянистых — к крапиве. В мае основное количество аллергенного биоаэрозоля дает береза и лещина. В период с июня по август источником эмиссии пыльцы являются злаки, крапива, полынь, щавель, подорожник. Была выявлена хорошая количественная связь между содержанием пыльцевых зерен подорожника и щавеля; злаков и полыни; злаков и крапивы; лещины и подорожника. На основе декадных данных была выявлена связь между количеством пыльцевых зерен, числом дней с осадками и средней декадной температурой воздуха. Количественные оценки такой связи изменяются в различные периоды пыления растений и могут быть как положительными, так и отрицательными. Для учета направления ветра, сопутствующего переносу биоаэрозоля, использовались ежедневные данные радиозондирования за период с апреля по август с 2010 по 2019 гг. На основании сгруппированных данных установлено, что в отдельные годы наибольшая концентрация пыльцевых зерен березы в мае может не соответствовать преобладающему направлению основного переноса, что может быть следствием влияния менее удаленных источников эмиссии.

Ключевые слова: аэропалинологический мониторинг, пыльцевые зерна, поллиноз, аллергия, атмосферные осадки, декадная температура воздуха, пограничный слой атмосферы.

Введение

За последние десятилетия во многих странах мира регистрируется рост аллергопатологии, в том числе пыльцевой аллергии (поллиноза) [10]. Известно, что важными источниками поллинозов являются около 100 видов растений, чья роль подтверждена

аллергологическими исследованиями [3]. Отмечено, что высокая распространенность поллиноза наблюдается в Северо-Кавказском, Поволжском и Уральском регионах России (до 80% всех больных аллергическим ринитом) [6, 8, 17]. Среди детей Пермского края общая заболеваемость аллергическим ринитом (поллинозом) увеличилась с 2005 г. на 34,6% и была сопоставима

с данными по Российской Федерации и Приволжскому федеральному округу [3].

Пыльцевые зерна аллергенных растений — распространенная причина не только аллергического ринита, но и других заболеваний (аллергического конъюнктивита и даже астмы). В связи с высокой распространенностью респираторной аллергии данные о содержании в воздухе пыльцы аллергенных растений имеют важное медицинское и социально-экономическое значение.

Данные о пыльце используются для решения многих актуальных вопросов аллергологии [2, 6]. Обсуждаются новые подходы к профилактике и лечению поллиноза на основе персонализированного прогноза, связанного с чувствительностью пациента, концентрацией и видом пыльцы [7, 12]. Врачу важно определить пороговые уровни пыльцы, при которых развиваются клинические симптомы ринита, конъюнктивита, астмы [7, 14, 15]. Пациентам нужна информация о ежегодном начале, продолжительности сезона выделения пыльцы, концентрации пыльцевых зерен в атмосферном воздухе, чтобы определить время начала лечения и его объем для контроля симптомов. При путешествии за пределы обычного места проживания пациент хочет иметь информацию о риске потенциальных симптомов пыльцевой аллергии. Исследователям необходимо точно документировать воздействие аллергена (пыльцы) при проведении клинических исследований, например, при аллергенспецифической иммунотерапии [7, 13].

Научный интерес представляет изучение закономерностей эмиссии и распространения пыльцы аллергенных растений [18]. Существенные региональные различия содержания пыльцы обосновывают необходимость интеграции локальных данных и глобальной оценки проблемы [19]. Интерес представляет оценка взаимодействия между пыльцой и атмосферными условиями или загрязнением воздуха [11, 16].

Особенности сезонной динамики количества пыльцевых зерен

С 2010 по 2019 гг. в г. Перми проводился аэропаллинологический мониторинг, данные которого проанализированы в связи с влиянием погодных условий. Пыльцеуловитель установлен на высоте около 20 м, на крыше восьмиэтажного здания, расположенного на территории Пермского государственного национального исследовательского университета. Для идентификации принадлежности пыльцевых зёрен были использованы атласы, палинологические пособия и материалы международной палинологической базы данных (Pollen Databases) [4, 20].

Количество пыльцевых зерен изменяется в значительных пределах, как за отдельные годы, так и для различных видов растений. Анализ результатов мониторинга выявил, что количество пыльцевых зерен березы намного превосходит все остальные виды (табл. 1). Также наблюдается достаточно большое количество пыльцы сосны и тополя, в отдельные годы — вяза, а из трав — крапивы и полыни.

Определяющим фактором годового различия количественного состава пыльцевых зерен являются погодные условия. К ним относятся температура и влажность воздуха, направление и скорость переноса биоаэрозолей от региональных и удаленных источников, а также интенсивность выпадающих осадков. Количество пыльцевых зерен в воздухе зависит также от их размеров и массы. Характерные размеры зерен пыльцы составляют 12–50 мкм при массе от 4 до 75 нг [1]. Таким образом, учитывая небольшую скорость оседания пыльцевых зерен, они могут находиться в атмосфере достаточно длительное время и переноситься на значительные расстояния, вовлекаясь в трансграничный перенос.

Изменение количества пыльцевых зерен в течение сезона можно оценить по данным табл. 2. Выделяются растения, цветущие в апреле (ольха, вяз), а на май приходится период пыления большинства деревьев, произрастающих на территории Пермского края: березы, сосны, тополя, ели, клена. Ареал распространения дуба и лещины составляет небольшую площадь в южных районах края, в связи с этим, по-видимому, значительное количество пыльцы этих видов переносится из-за пределов Пермского края.

Следующую группу составляют растения, цветущие в период с июня по август. Это злаки, крапива, полынь, щавель и подорожник. Растения амброзии, являющиеся одним из самых опасных аллергенов, не встречаются на территории Пермского края; ее пыльцевые зерна наблюдаются в пыльцевом спектре не каждый сезон. Это можно объяснить заносом пыльцевых зерен данного растения с территорий соседних регионов.

В течение периода исследования наблюдались существенные колебания количества пыльцевых зерен. Среднее квадратическое отклонение (σ) для количества пыльцевых зерен березы составило 14197, при среднем значении 17575 (табл. 3). Анализ коэффициента вариации показал, что наибольшие колебания количества пыльцевых зерен наблюдаются у щавеля и подорожника, соответственно 1,71 и 1,69. Это может быть объяснено существенным влиянием погодных условий на данные растения. Наиболее устойчиво количество пыльцевых зерен тополя, коэффициент вариации ра-

Таблица 1. Суммарное количество пыльцевых зерен за отдельные годы

Растение	Год									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Береза <i>Betula</i>	19478	19764	4483	1057	37541	20314	37487	3024	5784	32094
Клен <i>Acer</i>	1110	1775	264	0	25	233	1515	480	698	620
Ольха <i>Alnus</i>	206	74	274	10	180	171	720	28	158	820
Вяз <i>Ulmus</i>	23	9	2	441	811	586	2999	152	105	260
Ель <i>Picea</i>	91	242	242	2	2084	12	1496	324	62	3182
Сосна <i>Pinus</i>	2177	5133	1390	20	4627	4935	1195	1286	1778	3466
Тополь <i>Populus</i>	186	901	1287	1275	1827	2489	736	1894	692	1314
Злаки <i>Poaceae</i>	446	861	1100	180	391	2147	238	766	916	522
Полынь <i>Artemisia</i>	913	917	1483	575	662	3086	30	970	2000	206
Щавель <i>Rumex</i>	2176	2700	1240	48	154	399	101	90	80	0
Крапива <i>Urticaceae</i>	856	1150	11561	1864	7879	26879	494	5386	11308	2886
Дуб <i>Quercus</i>	180	53	3	9	375	192	2	132	72	8
Лещина <i>Coryllus</i>	124	206	225	0	0	6	43	100	28	2
Подорожник <i>Plantago</i>	961	1319	625	125	16	71	18	10	136	6
Амброзия <i>Ambrosia</i>	20	4	20	2	6	4	4	0	14	22

Таблица 2. Среднее декадное количество пыльцевых зерен в отдельные месяцы сезона, 2010–2019 г.

Растение	Месяц, декады														
	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Берёза	6	62	457	10815	5634	1043	125	45	11	22	8	3	1,7	1,4	0,4
Клен	0	2	64	388	155	33	6	0,9	0,1	0	22	0	0	0	0
Ель	0	0	0	37	470	181	54	16	4	4	3	1,4	1,2	0,4	6
Сосна	0,2	0,9	0,7	64	363	1644	297	195	16	11	5	1,9	0,5	0,6	0,8
Тополь	0,3	20	271	842	145	16	5	1,2	0,2	0	0	0	0	0	0
Ольха	29	173	52	22	2	0,8	0,2	0,4	0	2	0	0	0	0	0
Вяз	101	223	55	127	33	34	0,6	0,2	0,4	0	0	2	0	0	0
Злаки	0	0	0	0	8	3	23	101	224	168	125	51	18	24	14
Полынь	0	0	0	0	0	0	0	0,2	1,8	7	87	358	428	172	32
Щавель	0	0	0	0	0	1,5	20	25	148	315	121	58	14	6	1,3
Крапива	0	0	0	0	0	1,9	28	273	1123	1084	1730	1593	721	363	68
Дуб	0	1	1	27	43	9	17	2	2	0,3	0,4	0	0	0	0
Лещина	0,7	5	8	22	6	7	6	1,8	2	6	8	0,8	0	2	0
Подорожник	0	0	0	0	0	8	4	10	110	137	23	19	17	6	0,6
Амброзия	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	1,4	0,2	0,2	1,9	2

Таблица 3. Некоторые статистические характеристики результатов мониторинга пыльцевых зерен

Растение	Среднее значение	σ	Коэффициент вариации	Растение	Среднее значение	σ	Коэффициент вариации
Береза	17575	14197	0,81	Полынь	1084	906	0,84
Клен	622	614	0,99	Щавель	581	994	1,71
Ольха	271	280	1,03	Крапива	7754	8134	1,05
Вяз	627	906	1,44	Дуб	97	120	1,24
Ель	875	1103	1,26	Лещина	70	86	1,24
Сосна	2564	1807	0,71	Подорожник	280	473	1,69
Тополь	1309	676	0,52	Амброзия	8	8	1,00
Злаки	770	575	0,75				

Таблица 4. Средняя декадная величина некоторых метеорологических параметров 2010–2019 г.

Параметр	Месяц, декады														
	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Число дней с осадками	4,9	4	5	4,6	3,3	4,7	5,9	4,9	4,3	4,5	4,6	4,7	4	4,7	6,6
Температура воздуха	2,4	4,5	5,9	9,9	12,3	13,8	14,6	15,7	18,6	18,0	18,5	18,6	18,6	17,2	13,9
ГТК	0,1	0,1	0,1	0,6	0,5	0,7	2,5	1,7	1,4	1,9	1,6	1,4	1,6	2,0	1,8
ГТК-2	0,4	0,8	1,4	1,2	0,8	1,0	2,9	1,9	1,4	2,0	1,6	1,4	1,6	2,1	2,2
ГТК-3	0,8	1,1	1,3	1,2	0,8	1,0	2,9	1,9	1,4	2,0	1,6	1,4	1,6	2,1	2,9

вен 0,52, одной из причин такой величины может быть существование значительного ареала этих деревьев в городе вблизи от точки мониторинга.

Выявление роли погодных условий на количество пыльцевых зерен в биоаэрозоле

Анализ влияния погодного фактора на интенсивность переноса пыльцы включал следующие этапы. Определялось суммарное количество пыльцевых зерен за декаду. К характеристикам погодных условий относились средняя температура воздуха за каждую декаду, количество дней с осадками, а также комплексный коэффициент — гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). Последний определялся по следующей формуле $K=R \cdot 10 / \Sigma t$. Здесь R — сумма осадков за декаду в дни с температурой воздуха более 10°C; Σt — сумма температуры воздуха за декаду. Этот коэффициент учитывает влияние как температуры воздуха, так и осадков. Суточные температуры воздуха и осадки были выбраны с сайта ВНИИГМИ-МЦД [21]. Исследовалось также направление переноса пыльцевых зерен.

Исследование связи между количеством пыльцевых зерен различных растений указывает на однотипность влияния погодных условий. Как было показано

ранее, наиболее тесным образом связано количество пыльцевых зерен подорожника и щавеля: коэффициент корреляции равен 0,99, для злаков и полыни $r=0,92$, злаков и крапивы $r=0,91$, лещины и подорожника $r=0,81$. Значимой также будет связь между количеством пыльцевых зерен ели и ольхи, ели и березы, тополя и клена, но последняя будет отрицательна. Наличие тесной связи между количеством пыльцы различных видов растений свидетельствует о том, что их фазы развития и период цветения, которые определяются погодным фактором, совпадают.

Средние за период величины числа дней с осадками, температуры воздуха и ГТК, приведены в табл. 4. Гидротермический коэффициент представлялся в нескольких вариантах. В связи с тем, что период пыления многих растений начинается в апреле, когда суточная температура воздуха не превышает 10°C, обычно величина ГТК не превышает 0. В этом случае в расчетную формулу были внесены изменения, которые использовали не суточную температуру воздуха, а максимальную. В таблице он обозначен как ГТК-2. Кроме этого, использовалась другая предельная температура воздуха, равная 5 °C. Такой коэффициент был обозначен как ГТК-3.

Основные различия в величине ГТК относятся к весеннему периоду, а летом рассчитанные значения почти

Таблица 5. Наличие связи количества пыльцевых зерен и числа дней с осадками

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	-0,29±0,09	-0,37±0,12	нет	Дуб	-0,23±0,16	-0,27±0,13	0,19±0,13
Клен	-0,38±0,15	-0,31±0,12	нет	Злаки	слабая	слабая	слабая
Ольха	нет	нет	слабая	Полынь	нет	нет	нет
Вяз	слабая	слабая	0,26±0,18	Подорожник	-0,24±0,13	нет	-0,25±0,10
Ель	-0,29±0,13	-0,26±0,19	слабая	Щавель	-0,21±0,12	нет	-0,23±0,10
Сосна	слабая	нет	нет	Крапива	нет	нет	нет
Тополь	слабая	нет	нет	Лещина	нет	нет	нет

Таблица 6. Наличие связи количества пыльцевых зерен и средней температуры воздуха

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	нет	0,42±0,12	-0,26±0,10	Дуб	нет	0,37±0,12	-0,35±0,12
Клен	нет	0,30±0,13	нет	Злаки	0,39±0,10	нет	0,29±0,10
Ольха	-0,19±0,14	-0,22±0,13	-0,23±0,18	Полынь	0,22±0,12	нет	нет
Вяз	-0,21±0,16	нет	-0,41±0,17	Подорожник	0,32±0,13	нет	0,26±0,10
Ель	нет	0,37±0,18	-0,29±0,10	Щавель	0,28±0,10	0,34±0,18	0,23±0,10
Сосна	нет	0,49±0,11	-0,25±0,10	Крапива	нет	слабая	0,20±0,10
Тополь	нет	слабая	нет	Лещина	нет	нет	нет

Таблица 7. Наличие связи количества пыльцевых зерен и ГТК

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	слабая	нет	нет	Дуб	нет	нет	нет
Клен	-0,21±0,16	нет	нет	Злаки	нет	нет	нет
Ольха	нет	нет	нет	Полынь	нет	нет	нет
Вяз	слабая	нет	нет	Подорожник	-0,26±0,13	нет	-0,25±0,10
Ель	-0,23±0,14	нет	нет	Щавель	-0,21±0,12	0,36±0,18	-0,20±0,10
Сосна	нет	0,39±0,12	нет	Крапива	нет	0,37±0,18	нет
Тополь	нет	нет	нет	Лещина	нет	нет	нет

не изменяются. В этом случае роль этого комплексного показателя будет существенной в весеннее время. Вычисляемые коэффициенты корреляции относились к различным объемам выборки. Так r1 соответствовал всему объему выборки декадных значений за 10 лет наблюдений. Коэффициент r2 определялся для весенних месяцев, за апрель и май. За декады, отнесенные к летним месяцам, определялся коэффициент r3.

Осадки могут приводить к захвату дождевыми каплями пыльцевых зерен и их осаждению, что приводит к уменьшению концентрации пыльцы. В этом случае коэффициент корреляции будет отрицательным. Это отражено в табл. 5. Отрицательные значения коэффициентов корреляции наблюдаются как для всего теплого периода (r1), так и для весенних месяцев (r2). Летом связи концентрации пыльцы с осадками могут быть как положительными, так и отрицательными. Значения коэффициентов корреляции невелики.

Связь количества пыльцевых зерен с декадной температурой воздуха в течение всего теплого периода может изменяться с прямой на обратную (табл. 6). В весенние месяцы она, как правило, положительная (r2). Исключение составляет ольха, которая при увеличении температуры воздуха уменьшает интенсивность пыления. Летом для древесных растений коэффициент корреляции отрицательный (r3), а для травянистых растений — положительный.

Комплексный коэффициент ГТК связан с количеством пыльцевых зерен значительно слабее, чем число дней с осадками и декадная температура воздуха (табл. 7–9). Различные варианты ГТК незначительно меняют качество связей в течение отдельных сезонов.

Перенос пыльцевых зерен возможен от различных источников, включая те, которые расположены на большом удалении за пределами Пермского края. Высота,

Таблица 8. Наличие связи количества пыльцевых зерен и ГТК-2

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	слабая	нет	0,20±0,13	Дуб	нет	нет	0,34±0,12
Клен	-0,30±0,15	нет	нет	Злаки	нет	нет	нет
Ольха	нет	0,22±0,13	нет	Полынь	нет	нет	нет
Вяз	нет	0,21±0,13	нет	Подорожник	-0,27±0,13	нет	-0,26±0,10
Ель	-0,22±0,14	слабая	0,26±0,10	Щавель	-0,23±0,12	нет	-0,22±0,10
Сосна	нет	нет	нет	Крапива	нет	нет	нет
Тополь	нет	нет	нет	Лещина	нет	нет	нет

Таблица 9. Наличие связи количества пыльцевых зерен и ГТК-3

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	-0,19±0,10	нет	нет	Дуб	нет	нет	0,34±0,12
Клен	-0,26±0,15	нет	нет	Злаки	нет	нет	нет
Ольха	нет	нет	нет	Полынь	нет	нет	нет
Вяз	0,29±0,16	нет	нет	Подорожник	-0,27±0,13	нет	-0,25±0,10
Ель	-0,23±0,14	нет	0,23±0,10	Щавель	-0,23±0,12	нет	-0,22±0,10
Сосна	слабая	нет	нет	Крапива	нет	нет	нет
Тополь	нет	нет	нет	Лещина	нет	нет	нет

на которой необходимо определять направление ветра, должна быть выше приземного слоя и составлять не менее нескольких сотен метров, так как перенос пыльцевых зерен происходит в теплое время года. Так, проведенные исследования показали, что утренние и ночные инверсии могут наблюдаться в 60–80% случаев, а в дневное время — в 8–18% [9]. Мощность приземных инверсий в теплый период года может составлять около 200 м. Днем при прогреве и развитии конвекции высота пограничного слоя может составлять 1000–1500 м. Следовательно, высота переноса может составлять около 1000 м, что соответствует изобарической поверхности 925 гПа. Особенности направлений переноса уже исследовались ранее [5]. Анализ полученных данных показывает, что сезонное распределение ветра и направление основного переноса пыльцевых зерен, как правило, не совпадают.

Более детальное представление об основных направлениях переноса пыльцевых зерен можно получить, если анализировать отдельные месяцы исследуемого периода наблюдений за определенные годы. Так, при наибольшей концентрации пыльцевых зерен березы в мае, направление основного переноса может существенно отличаться от преобладающего направления ветра и изменяться на противоположное. Например, в 2014 г. основное направление переноса было юго-западным, а в 2019 г. — северо-восточным.

Такое соотношение преобладающего направления ветра и направления переносимых пыльцевых зерен указывает на то, что источник эмиссии пыльцы данного вида расположен вблизи от точки мониторинга, и он является

достаточно интенсивным. Кроме этого, следует учитывать, что в течение месяца период наибольшей эмиссии обычно составляет от 1 декады до 1,5. Например, в мае 2014 г. такой период наблюдался с 10 по 16 число. В 2016 г. период с наибольшим количеством пыльцевых зерен приходился на 3–12 мая, а в 2019 г. — на 4–11 мая.

Заключение

Результаты аэропалеонтологического мониторинга свидетельствуют о широком спектре состава пыльцевых зерен и значительной вариации их количества как в течение отдельных сезонов, так и в течение всего периода наблюдений на территории Перми. В первую очередь это может быть связано со значительным влиянием погодных условий: направлением и скоростью ветра, температурно-влажностным режимом территории Пермского края и соседних регионов, количеством и интенсивностью осадков. Погодные условия, существенно изменяются от года к году.

Выявлена связь между количеством пыльцевых зерен, числом дней с осадками и среднедекадной температурой воздуха, а также гидротермическим коэффициентом. Вычисленные коэффициенты корреляции указывают на наличие как прямой, так и обратной связи между рассматриваемыми характеристиками. Величина коэффициентов корреляции может существенно изменяться от сезона к сезону, а знак может меняться на противоположный. Особенности переноса пыльцевых зерен определяются не только полем ветра, но и интенсивностью эмиссии от региональных и удаленных источников. При значительном количестве пыльцы воздействие растений,

произрастающих в соседних регионах, в большей степени соответствуют преобладающему в этот период направлению ветра. Если велика интенсивность источников эмиссии, расположенных как вблизи от точки мониторинга, так и на значительном расстоянии от нее, то чаще всего наибольшая концентрация пыльцевых зерен не соответствует преобладающему направлению ветра.

Данное исследование решает междисциплинарную задачу по уточнению влияния погодных условий на особенности сезонной динамики пыльцевых зерен аллергенных растений. Результат исследования актуален для медицины, для выработки стратегии и персонализированной тактики профилактики и лечения пациентов с поллинозом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головкин В.В., Истомин В.Л., Куценогий К.П. Определение массы индивидуальных пыльцевых зерен сибирских растений Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2011. 132 с.
2. Дзюба О.Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды (СПб: изд-во «Недра»). 2006. 198 с.
3. Минаева Н.В., Новоселова Л.В., Плахина К.В., Ширяева Д.М. Пыльцевая сенсбилизация и аэропалинологический мониторинг в определении значимых аллергенов при раннем весеннем поллинозе // Российский аллергологический журнал. 2015. № 2. С. 19–24
4. Ненашева Г.И. Аэропалинологический мониторинг аллергенных растений г. Барнаула (Ин-т водн. и экол. проблем). Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2013. 132 с.
5. Новоселова Л.В., Шварц К.Г., Шкляев В.А. Анализ результатов аэропалинологического мониторинга в г. Перми и определение основных направлений переноса пыльцевых зерен // CITES'2021. Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде. Москва 22–26 ноября 2021 г. С. 53–57.
6. Терехова Е.П. Современные методы лечения сезонной аллергии: роль антигистаминных препаратов // Эффективная фармакотерапия. Аллергология и иммунология. 2017. № 1. С. 14–24.
7. Ширяева Д.М., Минаева Н.В., Корюкина И.П., Чичагов В.В., Новоселова Л.В. Прогностическая модель вероятности появления клинических симптомов сезонного риноконъюнктивита // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2018; Т. 97, № 2. С. 44–49
8. Ширяева Д.М., Минаева Н.В., Новоселова Л.В. Экологические аспекты поллинозов. Обзор литературы // Экология человека. 2016. № 12. С. 3–10.
9. Шкляев В.А., Шкляева Л.С. Исследование инверсий нижней атмосферы по результатам наблюдений температурного профиломера и радиозондирования // Географический вестник. Перм. ун-т. 2014. — № 4 (31). С. 62–66.
10. Allergy Statistics and Facts | Allergy Information | Allergy UK. [Электронный ресурс], 19.01.2022. URL: <https://www.allergyuk.org/information-and-advice/statistics>
11. Grass pollen counts, air pollution levels and allergic rhinitis severity / I. Annesi- Maesano [and oth.] // International archives of allergy and immunology. — 2012. V. 158, № 4. P. 397–404.
12. Development of personal pollen information — the next generation of pollen information and a step forward for hay fever sufferers / M. Kmenta [and oth.] // International journal of biometeorology. — 2014. V. 58, № 8. P. 1721–1726.
13. European Medicines Agency Committee for Medicinal Products for Human Use (CHMP) guideline on the evaluation of anticancer medicinal products in man / 2. for Medicinal Products for Human Use [and oth.] // London, UK: European Medicines Agency. — 2006.
14. Effects of airborne birch pollen levels on clinical symptoms of seasonal allergic rhinoconjunctivitis / D. Caillaud [and oth.] // International archives of allergy and immunology. — 2014. V. 163, № 1. P. 43–50.
15. Nonlinear short-term effects of airborne Poaceae levels on hay fever symptoms / D.M. Caillaud [and oth.] // Journal of allergy and clinical immunology. — 2012. V. 130, № 3. P. 812.
16. Polycyclic aromatic hydrocarbons from diesel emissions exert proallergic effects in birch pollen allergic individuals through enhanced mediator release from basophils / S. Lubitz [and oth.] // Environmental Toxicology: An International Journal. — 2010. V. 25, № 2. P. 188–197.
17. Sofiev M., Bergmann K. Allergenic pollen a review at the production release, distribution and health impacts // Springer Science + Business Media. Dordrecht, 2013. 217 p.
18. Sofiev M. On impact of transport conditions on variability of the seasonal pollen index // Aerobiologia. — 2017. V. 33, № 1. P. 167–179.
19. Spatial and temporal variations in airborne Ambrosia pollen in Europe / B. Sikoparija [and oth.] // Aerobiologia. — 2017. V. 33, № 2. P. 181–189.
20. Thibaudon M., Savli R. Lecture "Is pollen a pollutant?" — URL: <https://tinyurl.com/422jmscz>.
21. <https://www.paldata.org>
22. <http://meteo.ru/data>

© Новоселова Лариса Викторовна (Novoselova@psu.ru),

Шкляев Владимир Александрович (shkliaevvl@yandex.ru), Минаева Наталья Витальевна (docnvm@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ГЕНЕТИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО РЕГИОНА

Сергеева Кристина Николаевна

Аспирант

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный
национальный исследовательский университет»

Сорокина Инна Николаевна

Доктор биологических наук, профессор

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный
национальный исследовательский университет»

sorokina@bsu.edu.ru

GENETIC AND DEMOGRAPHIC FEATURES OF THE BELGOROD REGION

**C. Sergeeva
I. Sorokina**

Summary. The aim of the study was to study the genetic and demographic characteristics of 9 regional populations of the Belgorod region. Within the framework of this study, based on the analysis of 5127 marriage records, the main marriage and demographic indicators were established (the age of marriage in general in the population and in its reproductive part, the national composition of spouses, the main indicators of the Maleko isolation model were calculated) at the beginning of the 21st century. The variability of the level of local inbreeding (a) in regional populations (0.00012–0.00037) was established, which corresponds to similar indicators in the neighboring Kursk region and somewhat differs from Moscow and the Moscow region, as well as border Ukraine. The average age of marriage was 25 and 27 years for men and women, respectively. Despite the high migration influx of the population in the Belgorod region, the main nationality of those who entered into marriage is the Russian nationality.

Keywords: demographic structure, inbreeding, Maleko's model of isolation by distance.

Аннотация. Целью исследования явилось изучить генетико-демографические особенности 9 районных популяций Белгородской области. В рамках данного исследования на основе анализа 5127 актовых записей о заключении брака установлены основные брачно-демографические показатели (возраст вступления в брак в целом в популяции и в её репродуктивной части, национальный состав супругов, рассчитаны основные показатели модели изоляции расстоянием Малекко) на начало XXI века. Установлена вариабельность уровня локального инбридинга (a) в районных популяциях (0.00012–0.00037), что соответствует аналогичным показателям по соседней Курской области и несколько отличается от Москвы и Московской области, а также приграничной Украины. Средний брачный возраст составил 25 и 27 лет, соответственно для мужчин и женщин. Несмотря на высокий миграционный приток населения в Белгородскую область, основной национальностью вступающих в брак, является русская национальность.

Ключевые слова: демографическая структура, инбридинг, модель изоляции расстоянием Малекко.

Введение

Начиная с середины прошлого века, проводятся комплексные медико-популяционно-генетические исследования различных регионов Российской Федерации. Первым этапом данных исследований в соответствии со стандартным протоколом является изучение популяционно-генетических характеристик обследуемого региона. На следующем этапе полученные данные используются с целью дальнейшего детального медико-генетического и генетико-эпидемиологического исследования населения. К настоящему времени проведено изучение демографической структуры и распространенности мультифакториальной патологии в различных популяциях мира: Испании и Порту-

галии [1], Италии [2], Кореи [3], Африки [4], России (в том числе 14 регионов европейской части России, Юга России, Северного Кавказа, Волго-Уральского региона [5], Курской, Белгородской областях [6–11]) и др. [12–14].

Популяционные особенности населения выступают существенным фактором, оказывающим влияние на территориальное распределение основных медико-генетических характеристик (спектр и величина груза наследственной патологии). Важной характеристикой популяционной структуры населения являются брачно-миграционные параметры. Изучение брачно-миграционной структуры является одним из традиционных способов описания генетико-демографических процессов, протекающих в популяции.

Брачная структура имеет важное значение с точки зрения детерминации направленности изменения генетической структуры популяций.

Цель исследования

Изучить брачно-миграционные характеристики населения 9 районов Белгородской области на начало XXI века.

Материалы и методы

Материалом для исследования популяционно-демографической структуры населения послужили данные записей актов о заключении браков из областного архива ЗАГС г. Белгорода за 2015–2019 гг. Из актов записей выкопировались данные о возрасте вступления в брак, национальности, месте рождения супругов по 9 районам Белгородской области (Борисовский, Волоконовский, Красненский, Корочанский, Прохоровский, Ивнянский, Ракитянский, Ровеньской, Чернянский, Шебекинский районы). При расчете параметров изоляции расстоянием Малекко из рассмотрения исключались браки: расторгнутые; людей пенсионного возраста; когда один из супругов был уроженцем не существующей ныне деревни, вследствие невозможности подсчета расстояния; когда оба из супругов были родом не из популяции Белгородской области, поскольку такие миграции не носили брачного характера; браки между уроженцами одного населенного пункта, вследствие невозможности подсчета расстояния. Общий объем выборки составила 5127 записей. Расчет географических расстояний между местами рождения супругов проводился на сайте <https://ru.distance.to>.

Изучение демографической структуры населения Центрального Черноземья проводилось на уровне района (элементарная популяция в 90-е годы, как показано нами ранее [15]). Расчет параметров модели изоляции расстоянием Малекко производился по стандартной методике, изложенной ранее в работе [16]. В модели изоляции расстоянием принято делить миграции на длинные, короткие и промежуточные. За длинные принимаются такие, где расстояние между местами рождения супругов $d > 4\sigma\sqrt{2}$, $\sigma = \sqrt{\sum d_i^2/n}$; за короткие, где $d < \sigma'/10\sqrt{2}$, $\sigma' = \sqrt{\sum d_i^2/n}$, где d_i — множество миграций, не включающих дальние, то есть любое $d_{i1} < 4\sigma\sqrt{2}$; за промежуточные миграции принимаются такие, где расстояния между местами рождения супругов $\sigma'/10\sqrt{2} < d < 4\sigma\sqrt{2}$. Зависимость коэффициента родства от расстояния d аппроксимируется формулой Малекко: $\Phi(d) = a \times e^{-bd}$, где $\Phi(d)$ — средний коэффициент родства в локальной популяции (т.е. $\Phi(0) = a$), который в элементарной популяции зависит от эффективного размера и уровня иммиграций в ней и задается урав-

нением: $a = 1/(4 \times N_e \times M_e + 1)$, где N_e — эффективный размер популяции, (то есть та часть популяции, в которой заключаются браки и которая создает следующее поколение), обычно принимаемый за треть от ее ценового размера, M_e — эффективное давление миграций, определяется по формуле:

$$M_e = \sqrt{m \times (m + 2k)},$$

где m — половина доли дальних миграций, т.е. $m = 1/2xp$ ($d < 4\sigma\sqrt{2}$), k — половина доли промежуточных миграций, т.е. $k = 1/2xp$ ($d > \sigma'/10\sqrt{2}$). b — это коэффициент линейного систематического давления, возвращающий генные частоты множества рассматриваемых популяций к равновесным значениям, $b = \sqrt{2 \times M_e} / \sigma'$ [16,17].

Результаты исследования и их обсуждение

На первом этапе были изучены особенности половозрастной структуры населения Белгородской области. Установлено, что средний брачный возраст женщин в исследуемых популяциях варьировал от 23.86 лет до 26.92 лет, при среднем значении по области 25.27 лет. Выявлено, что средний брачный возраст мужчин, вступивших в брак, в Белгородской области колебался от 26.75 лет до 29.35 лет, составляя в среднем по области 27.78 лет. При этом во всех 9 районах области средний брачный возраст мужчин статистически достоверно превышал средний брачный возраст женщин ($p < 0.001$). Анализ средней попарной разницы в возрасте между супругами в районах области установил колебания этого показателя от 2.00 лет до 3.80 лет. Среднепопуляционное значение этого показателя составило 2.65 года.

Изучение среднего брачного возраста супругов в репродуктивной части популяции показало, что в среднем по Белгородской области он равнялся 22.96 года для женщин и 24.22 года для мужчин. Коэффициент корреляции по брачному возрасту супругов в репродуктивной части, составил 0.86 ($p < 0.001$).

Далее был проведен анализ национального состава супругов, показавший, что основной национальностью супругов, вступивших в брак в Белгородской области в 2015–2019 гг. являлась русская национальность (мужчины — 89.39%, женщины — 87.90%). Удельный вес мужчин русской национальности по районам области изменялся от 41.77% до 98.00%. Доля женщин русской национальности по территориям области варьировала в пределах от 47.59% до 96.80%. На второе место после русской национальности в белгородской популяции выступает украинская национальность, что

Таблица 1. Параметры модели изоляции расстоянием Малеко в ряде районов Белгородской области в 2015–2019-е гг.

Район	s	s'	m	k	Me	Ne	a	b
Борисовский	108.38	83.97	0,019	0,397	0,125	6455	0,00031	0,0059
Волоконовский	78.06	53.76	0.016	0.346	0.105	9410	0.00025	0.0085
Красненский	41.14	26.71	0.022	0.360	0.127	5357	0.00037	0.0189
Корочанский	76.72	57.42	0.009	0.319	0.079	10042	0.00032	0.0069
Прохоровский	51.99	32.25	0.009	0.369	0.080	10859	0.00029	0.0124
Ивнянский	93.38	63.87	0.017	0.344	0.111	6267	0.00036	0.0074
Ракитянский	84.81	61.59	0.013	0.273	0.087	8914	0.00032	0.0067
Ровеньской	76.54	60.45	0.012	0.282	0.082	7932	0.00034	0.0069
Чернянский	62.25	37.23	0.026	0.289	0.125	8623	0.00023	0.0134
Шебекинский	50.49	58.19	0.011	0.298	0.083	14373	0.00012	0.0070

Примечание: σ — среднеквадратическое расстояние между местами рождения супругов с учетом дальних миграций, σ' — среднеквадратическое расстояние между местами рождения супругов без учета дальних миграций, m — половина доли дальних миграций, k — половина доли промежуточных миграций, Me — эффективное давление миграций, Ne — эффективный размер популяции, a — локальный инбридинг, b — коэффициент линейного систематического давления.

связано с приграничным положением области с Украиной. Удельный вес мужчин украинской национальности в районах области изменялся от 0.91% до 55.82%, при среднем значении по области 7.19%. Среди женщин в целом по области украинки составляли 9.01%. В районах этот показатель варьировал от 2.20% до 49.80%. Максимальная доля лиц украинской национальности, превышающей долю женихов и невест русской национальности, установлена в Ровеньском районе Белгородской области. Так, на долю женихов украинской национальности приходилось 56%, на долю невест — 50%. Выявлено, что частота других национальностей во всех районах была незначительна и в среднем по области для мужчин составила 3.42%, для женщин — 3.09%.

Следует отметить, что полученные нами данные по половозрастному составу, вступающих в брак в белгородской популяции в начале XXI века согласуются с аналогичными показателями по соседней Курской области. Так, большая часть населения курского региона вступает в брак в возрасте от 25 до 34 лет. В структуре браков преобладают браки между представителями русской национальности.

Важной характеристикой популяционной структуры населения являются брачно-миграционные параметры, одними из которых выступают параметры модели изоляции расстоянием Малеко. Модель изоляции расстоянием Малеко позволяет адекватно описывать популяционную структуру современного населения [16], а значения локального инбридинга (a) соответствуют показателю подразделенности популяций F_{st} , рассчитанного по фамилиям. На уровне элементарной популяции (район [15]) среди населения 9-ти районов

Центрального Черноземья проведено изучение параметров изоляции расстоянием Малеко в 2015–2019-е гг. (табл. 1) Красненский района Белгородской области характеризуется минимальными значениями среднеквадратических расстояний между местами рождения супругов с учетом дальних миграций (σ) и без них (σ') — 41.14 км и 26.71 км, соответственно. Максимальные значения этих же показателей (σ и σ') отмечены в Борисовском районе — 108.38 км и 83.97 км, соответственно. Минимальная доля дальних миграций (m) — 0,009 наблюдалась в Прохоровском и Корочанском районах при максимальном значении данного показателя в Чернянском (0.026) и Красненском (0.022) районах области. Вариабельность доли промежуточных миграций (k) составила 1.5 раза, при минимальном значении в Ракитянском районе, максимальном — в Борисовском районе. Максимальное эффективное давление миграций (Me) испытывали Красненский, Борисовский и Чернянский районы, а минимальное — Корочанский, Прохоровский районы Белгородской области. Следует отметить, что Красненский район Белгородской области характеризуется максимальным уровнем локального инбридинга ($a=0.00037$) при минимальном значении эффективного размера популяции ($Ne=5357$), а Шебекинский район — минимальным уровнем локального инбридинга ($a=0.00012$) при максимальном значении эффективного размера популяции ($Ne=14373$).

Полученные нами данные согласуются с результатами ранее проведенных исследований по оценке динамики генетико-демографической структуры и параметров Малеко в Курской области [17,18]. Так же как и в Белгородской области (таб.1) была установлена значительная вариабельность коэффициента линейного

систематического давления (b) в районных популяциях Курской области. Вариабельность и динамика показателя локального инбридинга за исследуемый период в основном определялась изменением эффективного размера популяции и увеличением миграционной активности. В большинстве сельских районов произошло увеличение среднеквадратических расстояний между местами рождения супругов с учетом дальних миграций (σ) и без них (σ'), тогда как для городских жителей значение данного показателя практически не изменилось [18,19].

Исследования параметры модели изоляции расстоянием Малеко, проводимые для московской популяции [20] показали, что во второй половине XX века наблюдается увеличение среднеквадратических расстояний между местами рождения супругов по сравнению с концом XIX века. Степень изоляции расстоянием в середине XX века по сравнению с его началом уменьшилась вдвое, к концу века — втрое (от 0.0016 до 0.0005).

Параметры модели изоляции расстоянием Малеко, рассчитанные для некоторых городов Украины (Полтава, Харьков, Донецк) в целом повторяли ту же временную тенденцию, что и Москве, за исключением того момента, что в 1990-е годы степень изоляции расстоянием в Донецке и Полтаве возросла [21].

Подобные тенденции, характерны для большинства крупных городов России и могут привести в долгосрочной перспективе к существенному изменению структуры генофонда населения. Это подтверждается исследованиями и ряда зарубежных популяций. Так, в большом количестве генетико-демографические исследований населения Испании [1], Италии [2] показано, что существующие отношения между популяциями являются следствием их миграционного и генетического обмена, который обратно пропорционален разделяющему их расстоянию. Данные работы демонстрируют влияние географической удаленности и административных преобразований на структуру населения. Были проанализированы данные из брачных записей населения г. Оливия до изменения границ и после их изменения (произошла смена суверенитета Португалии на Испанию в районе, окружающем город Оливенца). Изменение политической границы привело к снижению уровня инбридинга. Параметры модели изоляции расстоянием показали уменьшение относительного веса географической дистанции в межпопуляционном родстве. Политическая граница выступила фактором дифференциации населения Пиренейского полуострова (Испания и Португалия) [1].

Массовое обследование всех брачных мигрантов в Корею показало взаимосвязь между этническим составом, миграционной активностью и заболеваемостью населения [3]. Было установлено, что увеличение

межэтнических браков приводит к снижению заболеваемости населения.

Для изолированных популяций характерен высокий уровень эндогамии и инбридинга, что приводит к уменьшению генетического разнообразия популяции и, как следствие, увеличению груза наследственной патологии. Так, для Северной Африки (регион, отделенный от остальной части континента Сахарой и от Европы Средиземным морем) основными демографическими особенностями населения являются их семейная структура и высокий уровень семейной и географической эндогамии [4]. Это оказывает влияние на здоровье населения, особенно на частоту и спектр генетической патологии (здесь зарегистрировано более 500 различных генетических заболеваний).

Миграционно активные регионы характеризуются большим генетическим разнообразием и аутбредингом. Такая ситуация (рост аутбредных и межнациональных типов браков) в основном характерна для крупных городов Российской Федерации, Москвы и Московской области, Санкт-Петербурга, в том числе и для Белгородской области. Миграционные процессы на протяжении всей истории Белгородской области (в современных границах область образована в 1954 г.) оказывали определенное влияние на ее популяционно-генетическую структуру. В отличие от большинства регионов России, в Белгородской области, несмотря на низкую рождаемость и высокую смертность, происходит увеличение численности не только городского, но и сельского населения за счет высокого иммиграционного притока.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование генетико-демографической структуры населения Белгородской области на начало XXI века позволило выявить вариабельность уровня локального инбридинга (a) в районных популяциях (0.00012–0.00037), что соответствует аналогичным показателям по соседней Курской области и несколько отличается от Москвы и Московской области, а также приграничной Украины. В одном из анализируемых районов области — Красненском — установлены максимальные значения локального инбридинга, коэффициента линейного систематического давления при минимальных значениях эффективного размера популяции и среднеквадратических расстояний между местами рождения супругов с учетом дальних миграций и без них. Изучение брачной структуры показало, что средний брачный возраст составил 25 и 27 лет, соответственно для мужчин и женщин. Несмотря на высокий миграционный приток населения в Белгородскую область, основной национальностью, вступающих в брак, является русская национальность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Román-Busto J. (2015) Influence of Changes in Political Barriers and of Geographic Distance on Kinship Inferred from Surnames and Migration Data in Olivenza, Spain, and Surrounding Portuguese Areas. *Hum Biol.* 87(2):122–31. doi: 10.13110/humanbiology.87.2.0122.
2. Montesanto A., De Rango F., Pirazzini C., et al. (2017) Demographic, genetic and phenotypic characteristics of centenarians in Italy: Focus on gender differences. *Mech Ageing Dev.* 165 (Pt B):68–74. doi: 10.1016/j.mad.2017.04.008. Epub 2017 Apr 29.
3. Harris H.K. (2018) Investigating the Associations between Ethnic Networks, Community Social Capital, and Physical Health among Marriage Migrants in Korea. *Int J Environ Res Public Health.* 15(1): 147. doi: 10.3390/ijerph15010147
4. Romdhane L., Mezzi N., Hamdi Y., et al. (2019) Consanguinity and Inbreeding in Health and Disease in North African Populations. *Annual Review of Genomics and Human Genetics.* 31(20):155–179. doi: 10.1146/annurev-genom-083118–014954
5. Zinchenko R.A., Ginter E.K., Kutsev S.I. (2020) Features of the diversity of hereditary diseases in different regions and multiethnic populations of the Russian Federation. *Medical genetic.* 19 (7(216)): 13–14. (in Russian) DOI: 10.25557/2073–7998.2020.07.13–14
6. Reshetnikov E.A., Akulova L.Y., Dobrodomova I.S. et al. (2015) The insertion-deletion polymorphism of the ACE gene is associated with increased blood pressure in women at the end of pregnancy. *J Renin Angiotensin Aldosterone Syst.* 16(3):623–32. doi: 10.1177/1470320313501217.
7. Litovkina O., Nekipelova E., Dvornyk V. et al. (2014) Genes involved in the regulation of vascular homeostasis determine renal survival rate in patients with chronic glomerulonephritis. *Gene.* 546(1):112–6. doi: 10.1016/j.gene.2014.04.020.
8. Churnosov M.I., Altuchova O.B., Demakova N.A. et al. (2014) Associations of cytokines genetic variants with myomatous knots sizes. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 5(6):1344–1347.
9. Krivoshei I.V., Altuchova O.B., Polonikov A.V., et al. (2015) Bioinformatic Analysis of the Liability to the Hyperplastic Processes of the Uterus. *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences.* 6(5):1563–1566.
10. Krivoshei I.V., Altuchova O.B., Golovchenko O.V. et al. (2015) Genetic Factors of Hysteromyoma. *Research Journal of Medical Sciences.* 9(4): 182–185. DOI:10.36478/rjmsci.2015.182.185
11. Sorokina I.N., Churnosov M.I., Balanovska E.V. (2007) The gene pool of the Belgorod oblast population: ii. “Family name portraits” in groups of districts with different degrees of subdivision and the role of migrations in their formation Russian. *Journal of Genetics.* 43(8): 929–936.
12. Balanovsky O., Pocheshkhova E., Pshenichnov A., et al. (2005) Is spatial distribution of the HIV-1-resistant CCR5Δ32 allele formed by ecological factors? *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science.* 24 (4):375–382.
13. Saeed A., Jarin T.M., Yasir A., et al. (2020) Genetic and reproductive consequences of consanguineous marriage in Bangladesh. *PLoS One.* 30(15(11)): e0241610. doi: 10.1371/journal.pone.0241610.
14. Sergeeva CN, Sokorev SN, Efremova OA, et al. (2021) Analysis of the level of population endogamia as the basis of population-genetic and medical-genetic studies. *Research Results in Biomedicine.* 7(4): 375–387. (in Russian) DOI: 10.18413/2658–6533–2021–7–4–0–4
15. Churnosov M.I., Sorokina I.N., Balanovska E.V. (2008) The gene pool of the Belgorod oblast population: changes in the endogamy indices of district populations with time. *Russian Journal of Genetics.* 44 (8): 975–982. DOI: 10.1134/S1022795408080127
16. Malecot G. Isolation by distance // *Genetic Structure of Population* / N.E. Morton ed. Univ. of Hawaii Press. Honolulu.–1973. — P. 72–75.
17. Sorokina I.N., Churnosov M.I., Balanovska E.V. (2009) The gene pool of the Belgorod oblast population: Malecot’s isolation-by-distance parameter. *Russian Journal of Genetics.* 45(3): 335–340. DOI: 10.1134/S1022795408080127
18. Vasilyeva L.I. (2002) Dynamics of the Genetic Demographic Structure of the Kursk Oblast Population: Migration Processes. *Russian Journal of Genetics.* 38(4): 546–533
19. Sorokina I.N., Churnosov M.I., Balanovska E.V. (2009) The gene pool of the Belgorod oblast population: changes in population genetic relationships during the past 50 years. *Russian Journal of Genetics.* 45 (4): 486–494. DOI: 10.1134/S1022795409040140
20. Kurbatova O.L., Yankovsky N.K. (2016) Migration as the main factor of the Russia’s urban population dynamics. *Russian Journal of Genetics.* 52(7): 726–745. DOI: 10.1134/S1022795416070061
21. Atramentova L.A., Filiptsova O.V., Osipenko S. Iu. (2002) Genetic demography of Ukrainian urban populations in the 1990s: the ethnic composition of the migration flow in the Kharkov population. *Russian Journal of Genetics.* 38(7): 816–823. DOI: 10.1023/A:1016399823573

© Сергеева Кристина Николаевна, Сорокина Инна Николаевна (sorokina@bsu.edu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МОЛЕКУЛЯРО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БОКАПАРВОВИРУСА ЧЕЛОВЕКА У ДЕТЕЙ С РЕСПИРАТОРНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Сивец Наталья Валерьевна

Научный сотрудник лаборатории гриппа
и гриппоподобных заболеваний РНПЦ эпидемиологии
и микробиологии, г. Минск, Республика Беларусь
sivets_n@mail.ru

MOLECULAR GENETIC STUDIES OF HUMAN BOCAPARVOVIRUS IN CHILDREN WITH RESPIRATORY INFECTION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

N. Sivets

Summary. The study determined the nucleotide sequences of the complete genomes of HBoV1 circulating in our country. Sequence homology of Belarusian bocaparvoviruses with reverence strain ST2 (NC_007455.1) for BLR/Minsk/10/14, BLR/Minsk/11/14 and BLR/Mogilev/241/14 was 99.7%, for BLR/Gomel/285/15 was 99.8%. The presence of two unique substitutions P157S and D639K in the regions of the DNA-binding and helicase domains, which can affect the rate of replication and transcription of the respiratory bocaparvovirus.

Keywords: HBoV1, DNA, sequence reaction, genome, amino acid substitutions.

Аннотация. Вирусы, выявленные на территории нашей страны, принадлежат к генотипу HBoV1. Гомология последовательностей белорусских бокапарвовирусов с реверенс — штаммом ST2 (NC_007455.1) для BLR/Minsk/10/14, BLR/Minsk/11/14 и BLR/Mogilev/241/14 составила 99,7%, для вируса BLR/Gomel/285/15 составила 99,8%. Установлено наличие двух уникальных замен P157S и D639K в областях ДНК-связывающего и геликазного доменов, которые могут влиять на скорость репликации и транскрипции респираторного бокапарвовируса.

Ключевые слова: HBoV1, ДНК, сиквенсовая реакция, геном, аминокислотные замены.

Введение

Бокапарвовирус примат 1 (*Primate bocaparvovirus 1*, HBoV1), более известный как бокавирус человека (*Human bocavirus 1*, HBoV1) впервые обнаружен в Швеции в 2005 году у детей с симптомами острой респираторной инфекции [1]. Согласно современной классификации Международного комитета по таксономии вирусов бокапарвовирус человека отнесли к семейству *Parvoviridae*, роду *Bocaparvovirus* [2]. Вирионы HBoV1 представляют собой изометрические частицы с кубической симметрией диаметром 25 нм, лишенные липопротеиновой оболочки. Содержат одноцепочечную линейную отрицательную молекулу ДНК длиной около 5300 п.н. ДНК вируса кодирует два

неструктурных белка NS1, NP1 и три структурных VP1, VP2, VP3. Неструктурный белок NS1 HBoV1 занимает центральное место в жизненном цикле вируса, участвуя в транскрипции, репликации и упаковке вирусного генома. Наличие второго неструктурного белка NP1 является отличительной чертой рода. Белок играет важную роль не только в репликации вирусной ДНК, но также в процессинге вирусной пре-мРНК. Белок VP3 является главным структурным белком капсида, кодирует высококонсервативные элементы вторичной структуры, которые используются для типирования между родами парвовирусов. Вариабельные поверхностные петли придают специфический тропизм к клеткам хозяина и отвечают за формирование антигенных свойств [3]. В настоящее время известно 2 наиболее вирулентных

генотипа бокапарвовируса: HBoV1 — наиболее часто является причиной респираторных заболеваний, HBoV2 — участвует в развитии гастроэнтеритов [3]. После открытия вируса было опубликовано огромное количество клинических исследований по всему миру о случаях заболеваний, ассоциированных с HBoV1. В Южной Америке частота выявления возбудителя составила от 4,1 до 25,5%, в Северной Америке (4,1–9,8%), в Европе (1,5–29,8%) в Африке (1,0–56,8%), в Азии (1,9–18,3%), Ближнем Востоке (1,9–18,3%) и в Российской Федерации (1,2–22,6%) [4]. В Республике Беларусь частота встречаемости по данным восьмилетнего периода наблюдения (2010–2018 гг.) составила 12,1% [5].

Появляется все больше данных, свидетельствующих о том, что HBoV1 человека является серьезным патогеном, который, с одной стороны, вызывает острые респираторные инфекции, иногда с опасными для жизни осложнениями, а с другой стороны, также может способствовать длительным заболеваниям дыхательных путей, приводящим к развитию хронических заболеваний легких [6]. Обсуждается участие HBoV1 в канцерогенезе. Описаны случаи выявления ДНК вируса в опухолевых клетках при раке легких, толстой кишки, а также при плоскоклеточном раке миндалин [6, 7]. Кроме того, установлено участие вируса в развитии тяжелых форм энцефалита [8, 9].

В связи с отсутствием данных о генетических особенностях HBoV1, выявленных на территории страны целью данного исследования стало получение полных геномов HBoV1 и изучение первичной структуры возбудителя.

Материалы и методы

На основе реферес — последовательности ST2 (номер депонента NC_007455.1) разработали восемь пар праймеров для получения необходимого количества матрицы и проведения последующего секвенирования бокапарвовирусов, выявленных на территории нашей страны. Праймеры для амплификации полного генома HBoV1 разрабатывали с учетом наличия перекрывающихся участков:

F1 — GCCGGCAGACATATTGGATTCAA;
R1 — CCTCAGGTTCAAAAGGACGTGTA;
F2 — AGTTGGGGGAGAAGGACTAA;
R2 — GCATGCCCAAGACTTGTCT;
F3 — TGAACACTCCTTATGCTTGAAGGT;
R3 — AGAAGAGCTGCAATCTCAGTAGCA;
F4 — ATGTTACGCGGCTCCATTAAG;
R4 — TGAGCCCGAGCCTCTCTC;
F5 — GACATCGCAAGTGGACTATTGT;
R5 — TGATCATGTAATTGAGCAGCGC;

F6 — TGGGATGATGTGTACCGTAGACACTT;
R6 — GTCCATGGAGTTGTGACGCAGC
F7 — CACCTCTACAAAACAGAGGC
R7 — TGCACTGAGCAGGCCAGGTCC
F8 — TAAGACAAAACGGAAGCACAG
R8 — TGTACAACAACAACACATTAAGAT

Олигонуклеотиды синтезировали в ОДО «Праймтех» (Республика Беларусь). Выделение ДНК вируса проводили с использованием набора реагентов «НуклеСорб» (РНПЦ эпидемиологии и микробиологии, Республика Беларусь. Материалом для исследования служили назофарингеальные мазки госпитализированных детей с симптомами острой респираторной инфекцией, у которых методом ПЦР была выявлена ДНК HBoV1. Назофарингеальные мазки получали в рамках дозорного надзора за гриппом и другими ОРВИ в соответствии с Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Требования к проведению эпидемиологического надзора за острыми респираторными инфекциями в Республике Беларусь» № 132 от 12.10.2010 года. При проведении исследования отбирали образцы с низкими значениями порогового цикла (Ct), основываясь на закономерностях вычислительной математики: тем меньше значение Ct, тем больше в исследуемом образце целевой молекулы ДНК.

Визуализацию продуктов амплификации осуществляли посредством гель-электрофореза в камере для горизонтального электрофореза multiSub Midi (Clever Scientific, Великобритания) в буферном растворе (200 мМ Трис, 100 мМ уксусная кислота, 50 мМ ЭДТА, pH 8,4) и 1,5% агарозном геле. Накопление матриц ДНК вируса проводили методом ПЦР на амплификаторе MJ mini («Bio-Rad, США) с применением набора реагентов «Genome Lab DTCS Quick Start Kit» (Beckman Coulter, США). Эмпирическим путём определили состав реакционной смеси: 10х ПЦР буфер (750 мМ Трис-HCl, 200 мМ (NH₄)₂SO₄, 0,1% Твин 20, pH 8,8) – 2,5 мкл, 10мМ DNTPs — 0,5 мкл, праймер (F, R) — 800нМ, 50мМ MgCl₂ – 1,5 мкл, ДНК-полимераза HF — 0,5 мкл, ДНК матрицы — 10 мкл и вода для ПЦР — 2 мкл. Режим амплификации состоял из следующих циклов: денатурация при 95 °С — 5 мин., 95 °С — 40 сек., отжиг праймеров от 52 °С до 66 °С – 60 сек. (для каждой пары праймеров своя температура отжига), элонгация при 72 °С — 3 мин. Режим ПЦР повторяли 40 циклов, конечная элонгация 72 °С — 3 мин., хранение при плюс 4°С. Анализ продуктов сиквенсой реакции выполняли на автоматическом капиллярном ДНК — анализаторе Beckman Coulter «CEQ 8000» (Beckman Coulter, США). Сборка последовательностей и их обработку осуществляли в программном пакете Vector NTI 10 Advance (Invitrogen, США). В статье использовали международный код аминокислот: А — аланин, С — цистеин, D — аспарагиновая кислота, Е —

глутаминовая кислота, F — фенилаланин, G — глицин, H — гистидин, I — изолейцин, K — лизин, L — лейцин, M — метионин, N — аспарагин, P — пролин, Q — глутамин, R — аргинин, S — серин, T — треонин, V — валин, W — триптофан, Y — тирозин.

Результат исследований и их обсуждение

Полные нуклеотидные последовательности генов, кодирующих белки NS1, NP1, VP удалось определить для четырёх образцов: BLR/Minsk/11/14, BLR/Minsk/10/14, BLR/Gomel/285/15, BLR/Mogilev/241/14. Последовательности данных бокапарвовирусов депонированы в Международную базу данных (GenBank, NCBI) с кодом доступа MF376167.1, MF376168.1, MF376169.1, MF376170.1.

Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей бокапарвовирусов, циркулирующих в нашей стране и нуклеотидных последовательностей референс-вируса, представителей рода *Bocaparvovirus* показал принадлежность исследованных вирусов к генотипу HBoV1. Гомология бокапарвовирусов, выявленных на территории страны с реверенс — штаммом ST2 (NC_007455.1) составила для BLR/Minsk/10/14, BLR/Minsk/11/14 и BLR/Mogilev/241/14—99,7%, для вируса BLR/Gomel/285/15—99,8%. Полученные данные свидетельствуют о достаточно высокой консервативности среди бокапарвовирусов генотипа HBoV1, не смотря на географическую удаленность изолятов.

При сравнении полученных консенсусных последовательностей неструктурных полипептидов NS1 референс-вируса ST2 (NC_007455.1) и бокапарвовирусов, выявленных в Республике Беларусь найдено семь аминокислотных замен. Две замены P157S и D639K установлены у все четырех бокапарвовирусов. Замена P157S (на) у вирусов BLR/Minsk/11/14, BLR/Minsk/10/14, BLR/Gomel/285/15, BLR/Mogilev/241/14) отличалась значительной радикальностью, так как гидрофобный аминокислотный остаток пролина уступал место полярному незаряженному остатку серина. Замена P157S располагается в ДНК-связывающем домене, обладающим эндонуклеазной активностью, что позволяет предположить, что данная замена может влиять на скорость процесса репликации исследуемых вирусов. Вторая замена D639K (аспарагиновой кислоты на лизин) способствовала изменению заряда аминокислотного остатка

с отрицательного на положительный и также является радикальной. Данная замена установлена в геликазном домене, что возможно влияет на этап транскрипции возбудителя в организме хозяина. У вирусов BLR/Minsk/10/14 и BLR/Mogilev/241/14 выявлены дополнительные замены, расположенные также в ДНК-связывающем домене: N184T, F218L. Аминокислотные замены C430G, Q438P, W465G, D598E установлены в геликазном домене у вирусов BLR/Minsk/11/14 и BLR/Minsk/10/14.

Неструктурный полипептид NP1 играет важную роль в репликации вирусной ДНК, поэтому появление мутаций может значительно изменить функцию протеина. Как показали наши исследования белок NP1 является консервативным, замены найдены только у вируса BLR/Gomel/285/15: S59N, S89N. Однако они тоже являются консервативными так как наблюдается замена близких по своим биохимическим функциям аминокислот.

Анализ аминокислотных остатков структурного полипептиде VP показал наличие консервативных замен у следующих вирусов: BLR/Minsk/11/14 — H572K, BLR/Mogilev/241/14 — Y616F, Y643D BLR/Gomel/285/15 — A638P, L639P, а также установлена замена аспарагина на серин в положении 474, характерная для все четырех вирусов. В перечисленных позициях произошли замены одних аминокислот на другие с аналогичными биохимическими свойствами. Таким образом данные замены не должны сильно изменить пространственное положение полипептидной цепи, и следовательно, функции белка. Помимо консервативных замен в последовательностях VP протеина установлены радикальные замены для вирусов BLR/Minsk/10/14 — R199G, BLR/Minsk/11/14 — G439R, BLR/Mogilev/241/14 — R199G, Y643D.

Заключение

Вирусы, выявленные на территории нашей страны, принадлежали к генотипу HBoV1. Гомология последовательностей бокапарвовирусов с реверенс — штаммом ST2 (NC_007455.1) для BLR/Minsk/10/14, BLR/Minsk/11/14 и BLR/Mogilev/241/14 составила 99,7%, для вируса BLR/Gomel/285/15—99,8%. Установлено наличие двух уникальных замен P157S и D639K в областях ДНК-связывающего и геликазного доменов. Выявленные мутации могут оказывать влияние на скорость репликации и транскрипции респираторного бокапарвовируса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cloning of a human parvovirus by molecular screening of respiratory tract samples / T. Allander [et al.] // Proc Natl Acad Sci. — 2005. — Vol. 102. — P. 12891–12896.
2. Cotmore, S.F. ICTV Virus Taxonomy Profile: Parvoviridae / S.F. Cotmore [et al.] // J. Gen. Vir. — 2019. — Vol.100 — P. 367–368.
3. Human bocavirus: Current knowledge and future challenges / M. Guido [et al.] // World J. Gastr. — 2016. — Vol.22. — P. 8684–8697.

4. Антипова, А.Ю. Вирусы семейства Parvoviridae: Молекулярно-генетические аспекты репродукции и медицинская значимость / А.Ю. Антипова, И.Н. Лаврентьева // Инфекция и иммунитет. — 2017. — № 1. — С. 7–20.
5. Сивец, Н.В. Бокапарвовирусная инфекция у детей в Республике Беларусь: молекулярно-эпидемиологические аспекты / Н.В. Сивец, Н.П. Шмельёва, Т.П. Лапо // Журнал инфектология. — 2019. — Том.11, № 4. — С. 113–121.
6. The human bocavirus is associated with some lung and colorectal cancers and persists in solid tumors / V. Schildgen [et al.] // Plos one. — 2013. — Vol.22. — Режим доступа: www.plosone.org. — Дата доступа: 27.07.2013.
7. Association of the human bocavirus with tonsil squamous cell carcinomas / M. Höpken [et al.] // Front. Microbiol. — 2018. — Vol.9. — Mode of access: www.frontiersin.org. — Date of access: 16.10.2018.
8. Detection of human bocavirus in the cerebrospinal fluid of children with encephalitis / M.T. Mitui [et al.] // Clin. Infect. Dis. — 2012. — Vol. 54., № 7. — P. 964–967.
9. Human bocavirus in patients with encephalitis Sri Lanka, 2009–2010 / Mori D. [et al.] // Emerg. Infect. Dis. — 2013. — Vol. 19., № 11. — P. 1859–1862.

© Сивец Наталья Валерьевна (sivets_n@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Минск

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-РАСПОРЯДИТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЯ СЕМАНТИЧЕСКИЕ СЕТИ ФРЕЙМОПОДОБНОГО ВИДА

AUTOMATING THE CREATION OF ORGANIZATIONAL AND ADMINISTRATIVE DOCUMENTS USING FRAME-LIKE SEMANTIC NETWORKS

D. Bluvshstein

Summary. The solution of problems with the help of which it is possible to use frame-like semantic networks for the automated creation of documents is considered. To achieve the goal, the following tasks should be solved: development of generalized forms of organizational and administrative documents, analysis of ways to use frame-like semantic networks to obtain organizational and administrative documents, automated receipt of organizational and administrative documents. The development of generalized forms is intended for use in the output machine. It represents the signature of the document, including the name of the field and the value of the field. Generalized forms are used to create specific organizational and administrative documents using certain tasks in the form of queries, frame-like semantic networks and output machines. When analyzing the ways of using frame-like semantic networks for obtaining organizational and administrative documents, an automatic representation of the processes of obtaining specific organizational and administrative documents based on certain tasks is considered. Two approaches to how to use frame-like semantic networks are analyzed: the use of one inference engine for all types of frame-like semantic networks, the use of multiple inference engines, each of which is created to work with a specific frame-like semantic network.

In order to simplify the logic of working with frame-like semantic networks, a decision was made to create a control inference engine that organizes interaction with lower-level inference engines.

Keywords: frame-like semantic networks, organizational and administrative documents, output machine, forms, document signature, automaton, task, knowledge base, rules.

Блувштейн Денис Вячеславович

Главный специалист-эксперт
Управление Федерального казначейства
по Костромской области
bluvshsteindv@gmail.com

Аннотация. Рассмотрено решение задач, с помощью которых возможно применение семантических сетей фреймоподобного вида для автоматизированного создания документов. Для достижения цели должны быть решены следующие задачи: разработка обобщенных бланков организационно-распорядительных документов, анализ способов использования семантических сетей фреймоподобного вида для получения организационно-распорядительных документов, автоматизированное получение организационно-распорядительных документов. Разработка обобщенных бланков предназначена для использования в машине вывода. Он представляет собой сигнатуру документа, включающего наименование поля и значение поля. Обобщенные бланки применяются для создания конкретных организационно-распорядительных документов, используя определенные задания в виде запросов, семантических сетей фреймоподобного вида и машин вывода. При анализе способов использования семантических сетей фреймоподобного вида для получения организационно-распорядительных документов рассматривается автоматное представление процессов получения конкретных организационно-распорядительных документов на основе определенных заданий. Анализируются два подхода способов использования семантических сетей фреймоподобного вида: применение одной машины вывода для всех типов семантических сетей фреймоподобного вида, применение множества машин вывода, каждая из которых создаётся для работы с конкретной семантической сетью фреймоподобного вида.

С целью упрощения логики работы с семантическими сетями фреймоподобного вида принято решение о создании управляющей машины вывода, которая организует взаимодействие с машинами вывода более низкого уровня.

Ключевые слова: семантические сети фреймоподобного вида, организационно-распорядительные документы, машина вывода, бланки, сигнатура документа, автомат, задача, база знаний, правила.

Целью статьи является рассмотрение применения семантических сетей фреймоподобного вида (СемСФрВ) для автоматизированного создания организационно-распорядительных документов (ОРД). Для реализации поставленной цели должны быть решены следующие задачи: разработка обобщенных бланков ОРД, анализ способов использования

СемСФрВ для получения ОРД, автоматизированное получение ОРД.

Введение

В статье рассмотрено решение задач, с помощью которых возможно применение СемСФрВ для автоматизированного

зированной создания документов. Система имеет слои обработки неопределенной информации: интерактивный человеко-машинный диалог; прогноз событий; самообучение и адаптация; работа с базами событий, знаний и формирование решений; исполнительный [1, с. 21].

Разработка обобщенных бланков ОРД предназначена для использования в машине вывода (МВ). Обобщенный бланк создается на основе обработки множества конкретных ОРД в части предметной области (ПО). Он представляет собой сигнатуру документа, включающего наименование поля (символ — «Т») и значение поля (символ — «П»). Сигнатура представляет собой определенный список.

Примеры сигнатур приведены в разделе «Разработка обобщенных бланков ОРД» статьи.

Обобщенные бланки применяются для создания конкретных ОРД, используя определенные задания в виде запросов, СемСФрВ и МВ.

При анализе способов использования СемСФрВ для получения ОРД рассматривается автоматное представление процессов получения конкретных ОРД на основе определенных заданий.

Формальное представление автомата, используемого в МВ для работы с СемСФрВ, показано в разделе «Анализ способов использования СемСФрВ для получения ОРД» статьи.

Анализируются два подхода способов использования СемСФрВ. Первый подход состоит в рассмотрении концепции применения одной МВ для всех типов СемСФрВ. Второй подход заключается в рассмотрении множества МВ, каждая из которых создается для работы с конкретной СемСФрВ.

Для автоматизированного получения ОРД МВ используется следующим образом. После выбора режима работы вводится соответствующий запрос, для которого строится семантическая сеть задачи фреймоподобного вида (СемСЗ). Затем формируются последовательно абстрактная семантическая функциональная сеть фреймоподобного вида (АСемФС), конкретная семантическая функциональная сеть фреймоподобного вида (КСемФС). С помощью построенной КСемФС происходит создание определенного бланка ОРД.

Основная часть

1. Разработка обобщенных бланков ОРД

Обобщенные бланки ОРД предназначены для автоматизированного создания конкретных бланков

ОРД в некотором сегменте ПО. Анализ области естественно-языковой обработки информации показывает преобладание использования различных правил при решении задач в рассматриваемой предметной области [2, с. 66]. Для этого сегмента ПО в базе данных (БД) с помощью правил формируются образы используемых бланков. Это множество разбивается на классы эквивалентности, которые имеют следующие характеристики: элементы этих множеств имеют одинаковые назначения; эти множества не пересекаются.

Процесс создания обобщенных бланков автоматизирован на основе использования сигнатуры.

Фактически под понятие сигнатурного анализа подпадает общий подход поиска тех или иных признаков объекта на основе сопоставления его содержимого с образцами из базы уже имеющихся признаков [3, с. 3].

Формирование сигнатуры основано на следующих соглашениях:

1. Текст бланка помечается символом «Т» со своим порядковым номером.
2. Поля, которые заполняются, помечаются по тому же принципу символом «П» со своим порядковым номером.
3. Сигнатура может быть представлена в виде списка, либо в табличном виде.
4. Документы, имеющие одну и ту же сигнатуру, объединяются в подобные себе группы.

Когда документ сканирован, то он представляет собой поток символов, который можно охарактеризовать следующим образом:

- ♦ поток символов отличных от подчеркивания или больших полей пробелов типа «Т»;
- ♦ поток символов совпадающих, со знаком «|» типа «v», «_» типа «h»;
- ♦ поток символов совпадающих, с символом подчеркивания, типа «П»;

Если в потоке отсутствуют символы типа «v» или «h», то документ не имеет вид таблицы и не содержит внутри себя какие-то таблицы. В этом случае с помощью приложения, реализующего автомат типа FRM, строится сигнатурное представление документа в виде некоторого списка.

Состоянием автомата Q является положение считывающей символы из потока головки и тип считанной порции символов. Входным алфавитом A является следующее множество символов { T, П, v, h }, где T означает, что считана порция символов типа «Т», П – считана порция символов из входного потока типа «П». В данном случае символы типа «v» и «h» должны отсутствовать.

Таблица 1. Абстрактное табличное представление документа

Наименование		
Название 1	Название 2	Название 3
	...	
Название 4		

Таблица 2. Обобщенная таблица документа

T1		
T2	T3	T4
	P1	P2

T5	P3	P4

Выходным алфавитом В является следующее множество символов { «(», «)», «Т», «П», « », «0»,... «9» }. Функция переходов босуществляет переход от пары (S_{i1}, T_{j1}) к паре (S_{i2}, T_{j2}) .

Функция выходов позволяет получать для пары (S_i, T_j) последовательность выходных символов, характеризующих сигнатуру, первоначальным состоянием q_0 является пара (S_0, T_0) , где

S_0 — указание первого символа во входном потоке,
 T_0 — тип первой порции символов, a_0 — считанная первая порция символов.

Если документ представляет собой таблицу, то сначала строится промежуточное сигнатурное представление, которое затем перерабатывается в выходное сигнатурное представление.

Рассмотрим два примера, демонстрирующих технологию создания сигнатурного представления.

Допустим, документ имеет следующую структуру:

Оглавление
 Начало ___ час ___ мин
 Окончание ___ час ___ мин
 Предприятие

 « ___ » _____ г.
 Задание: _____
 Последовательность работ
 1. _____
 2. _____

Подпись

 « ___ » _____ г.

Сигнатурное представление данного документа следующее:

$(T1(T2(P1(T3(P2(T4(T5(P3(T6(P4(T7(T8(P5(T9(P6(T10(P7(T11(T12(P8(T13({T14(P9)})T15(P10(T16(P11(T17(P12(T18)))))))))))))$

Табличное представление документа показано в таблице 1. Для данной таблицы обобщенное представление определено в таблице 2, для которого сигнатурное представление следующее: $(T1(T2(T5(P3(P4)))(T3(T4({P1(P2)})))$.

Сигнатурное представление является оптимальным в виду следующего:

- ♦ структура документа представлена один раз;
- ♦ описание неизменяемой части документа оформляется в компактном виде;
- ♦ быстрое развертывание шаблона.

2. Анализ способов использования СемСФрВ для получения ОРД

Семантическая сеть фреймоподобного вида — это объединение некоторых свойств семантической сети и фреймов. Она обладает следующими свойствами:

- ♦ состоит из множества списков нулевого уровня (СНУ);
- ♦ списки нулевого уровня содержат подписки;
- ♦ количество подписков ограничено по количеству типов, но неограниченно по их количеству;

- ♦ возможно добавление подсписков нового типа;
- ♦ каждый список имеет свое наименование [4, с. 151].

По запросу на выполнение работы формируется СемСЗ и подбирается подходящий шаблон ОРД, которому соответствует определённая сигнатура, используемая в МВ при создании данного документа.

СемСЗ предназначена для представления задачи в виде формализованной структуры для возможности подбора правил из базы знаний (БЗ) с целью их использования, как в процессе организации диалога, так и в процессе организации решения задачи. Это необходимое условие для построения программных систем, основанных на СемСФрВ в качестве представления знаний [5, с. 6].

Возможны два варианта работы с СемСФрВ: первый вариант заключается в использовании одной машины вывода для всех типов СемСФрВ; второй вариант состоит в использовании нескольких видов МВ. Машины логического вывода используются для моделирования рассуждений, обработки запросов о подготовке ответов [6, с. 40]. Данные представляют исходные факты, хранящиеся в базе фактов, на основании которых запускается машина вывода или интерпретатор, перебирающий правила из продукционной базы знаний [7, с. 14].

Если использовать одну МВ, то её логика работы выглядит следующим образом. По сформулированному запросу МВ выбирает соответствующие СемСФрВ для нахождения нужных слотов. Если в некотором слоте есть ссылка на другую СемСФрВ, то запоминается точка приостанова и повторяется то же самое для выбранной сети. Возможны многократные прерывания, которые сохраняются в соответствующих объектах. Каждая СемСФрВ представляется в виде объекта. При наличии сетевой связи как внутри объектов, так и между ними логика работы значительно усложняется.

Для упрощения логики работы с СемСФрВ имеет смысл разработки МВ отдельно для каждой СемСФрВ и так называемой управляющей машины вывода (УМВ), которое организует взаимодействие с МВ более низкого уровня.

Все СемСФрВ имеют подобную структуру, потому все МВ структурно похожи, кроме УМВ.

Внутренним механизмом работы МВ является автоматное представление логики работы.

Формальное представление автомата, используемого в МВ для работы с СемСФрВ, следующее:

$$FRM = (Q, A, B, \delta, \lambda, q_0, a_0), \text{ где}$$

Q — множество состояний СемСФрВ, A — множество входных сообщений, B — множество выходных сообщений, δ — функция переходов, λ — функция выходов, q_0 — первоначальное состояние СемСФрВ, a_0 — информация, содержащаяся в запросе.

В СемСФрВ слотами являются списки следующего вида: ХВ, УСТ_ХВ, ОБОЗН_ХВ, УТОЧ_ХВ, АДРЕС_ХВ, ПРИМ_ХВ, КОМ_ХВ, ОТН, СИНОН, где X — это либо H , либо K . Состоянием МВ является пара вида (S, M) , где S — имя слота, M — входное сообщение из алфавита A содержит конечное множество предложений с входными параметрами, которые могут принимать различные значения. Аналогичную структуру имеет алфавит B . Функция переходов δ осуществляет перевод МВ из некоторого состояния (S_{i1}, M_{j1}) в некоторое состояние (S_{i2}, M_{j2}) .

Функция выходов λ для текущего состояния (S_i, M_j) создает выходное сообщение, которое либо является окончательным значением, для формирования заданного ОРД, либо частью входного сообщения для следующего шага.

Если используется одна МВ, то сложнее управлять различными состояниями и сообщениями для множества СемСФрВ. По этой причине принято решение разработки множества подобных МВ с наличием УМВ.

3. Автоматизированное получение ОРД

Для выбранного направления в результате проведенного анализа разработки МВ процесс автоматизированного получения ОРД можно представить следующим образом. УМВ выполняет следующие функции:

- ♦ организация процесса наблюдения за работой МВ, которые связаны с определенной СемСФрВ;
- ♦ организация процесса последовательности выполнения работ МВ;
- ♦ организация процесса взаимодействия между МВ.

Каждая МВ, работающая с конкретной СемСФрВ имеет следующее наименование:

- ♦ МВСЗ — МВ для СемСЗ;
- ♦ МВАФС — МВ для АСемФС;
- ♦ МВКФС — МВ для КСемФС;
- ♦ МВСД — МВ для семантической сети диалога фреймоподобного вида (СемСД);
- ♦ МВКаузС — МВ для каузальной семантической сети фреймоподобного вида (СемКаузС);
- ♦ МВСО — МВ для семантической сети определенных фреймоподобного вида (СемСО);

- ◆ МВКлС — МВ для семантической классификационной сети фреймоподобного вида (СемКлС).

Автоматизированное получение ОРД заключается в минимизации получения информации от пользователя и в максимизации самостоятельного, т.е. независимого от пользователя выполнения алгоритма МВ.

Общий алгоритм работы УМВ для автоматизированного получения ОРД состоит в следующем. В зависимости от режима работы вводится либо формулировка задачи, либо формулировка на получение информации в виде запроса, который формируется в СемСЗ.

Для формирования СемСЗ УМВ обращается к МВСЗ. Для всех МВ имеется общее рабочее поле, с помощью которого фиксируются полученная и созданная информация. Построенная СемСЗ передается МВАФС для построения АСемФС для данного запроса. При построении КСемФС для данного запроса с помощью МВКФС используется сигнатурное представление документа. В процессе работ МВ могут возникать ситуации отсутствия или неполноты данных. В этом случае УМВ обращается за помощью к соответствующей МВСД. После построения КСемФС УМВ приступает к созданию заданного ОРД, используя сигнатуру и текстовое оформление для нужного документа.

В общем рабочем поле информация хранится в виде пары, в которой указан идентификатор информации и значение информации. Идентификатор может иметь вид приказа, вид указания, вид сообщения и т.д. Для формирования данных документа могут дополнительно использоваться схемы, базы данных, файлы, а также дополнительная информация может вводиться в диалоге. Структурно все МВ имеют похожий вид, но отличаются семантической составляющей. Это означает, что поиск и интерпретация в разных СемСФрВ может проходить по-разному.

СемСФрВ одинаковы по структурному представлению, но различны по смысловому содержанию информации, расположенной в слотах.

При поиске нужной информации могут возникнуть такие ситуации как: недостаток полезной информации в найденном объеме информации; уточнение назначения найденной информации; пояснение технологий работы с найденной информацией и т.д.

Обработка информации является, по сути, интерпретацией найденной информации. В этом случае МВ, для конкретной СемСФрВ, «знает» к какой СемСФрВ обратиться посредством сформированного запроса к соответствующей МВ.

Функции МВ для работы с СемСФрВ следующие:

- ◆ получение запроса;
- ◆ поиск нужной информации;
- ◆ работа с информацией, находящейся в слотах;
- ◆ обновление слотов;
- ◆ получение выходной информации и размещение её в рабочем поле, либо передача УМВ.

Если режим работы установлен для ввода формулировки задачи, то запрос представляет собой, например следующее: «Создать бланк оперативных переключений вывода в ремонт ТП — 144 (для ремонта Т-1, Р-1 10 кВ)» или «Сформировать наряд-допуск на проведение ремонтных работ в цехе изготовления клеев». Примеры приведены для двух разных ПО: первый пример для электроэнергетики, второй для химпроизводства.

Если режим работы установлен для получения информации, то запрос может иметь следующий вид: «Получить структуру документов, отражающих сведения о заказ-нарядах».

Если представить УМВ и остальные МВ в операторном виде, то краткая запись выглядит так:

$$\text{АСемФС} = \text{УМВ}\{\text{МВ}\}, \text{запрос}, \text{СемСЗ}, \text{СемКаузС}, \text{СемСО}, \text{СемКлС}, \text{СемСД}, \text{Схема} \quad (1)$$

$$\text{КСемФС} = \text{УМВ}\{\text{МВ}\}, \text{запрос}, \text{АСемФС}, \text{СемКаузС}, \text{СемСО}, \text{СемКлС}, \text{СемСД}, \text{Схема} \quad (2)$$

$$\text{ОРД} = \text{МВКФС}(\text{КСемФС}, \text{СемСД}, \text{Схема}) \quad (3)$$

В формулах (1) и (2) имена УМВ, МВ понимаются как операторы. Обозначение {МВ} — это множество конкретных операторов, таких как МВСЗ, МВКаузС, МВСО, МВКлС, МВСД, применяемых к СемСФрВ и схеме. Оператор УМВ имеет на входе параметры, которые являются выходными значениями используемых операторов, применимых в качестве параметров, а также параметр «Схема». Выходом оператора УМВ является СемСФрВ, которая зависит от используемых параметров. Параметр «запрос» определяет способ работы МВ.

В формуле (1) входные параметры определяют создание АСемФС, в формуле (2) состав параметров определяет создание КСемФС.

Более подробное операторное представление формул (1) и (2) следующее:

$$\begin{aligned} \text{АСемФС} = & \text{УМВ}(\text{МВСЗ}(\text{запрос}, \text{СемСЗ}, \text{Схема}), \\ & \text{МВКаузС}(\text{запрос}, \text{СемСЗ}, \text{СемКаузС}, \text{Схема}), \\ & \text{МВСО}(\text{запрос}, \text{СемСЗ}, \text{СемСО}, \text{Схема}), \\ & \text{МВКлС}(\text{запрос}, \text{СемСЗ}, \text{СемКлС}, \text{Схема}), \\ & \text{МВСД}(\text{запрос}, \text{СемСЗ}, \text{СемСД}, \text{Схема}), \\ & \text{Схема}) \end{aligned} \quad (4)$$

Таблица 2.

	0	1	
q ₀	q ₁	q ₂	-
q ₁	q ₃	q ₄	Y1
q ₂	q ₃	q ₃	Y2
q ₃	q ₁	q ₁	Y3
q ₄	q ₆	q ₆	Y4
q ₅	q ₀	q ₀	Y5
q ₆	q ₀	q ₀	Y6

$K_{\text{СемФС}} = \text{УМВ} (\text{МВАФС}(\text{запрос}, \text{АСемФС}, \text{Схема}),$
 $\text{МВКаузС}(\text{запрос}, \text{АСемФС}, \text{СемКаузС}, \text{Схема}),$
 $\text{МВСО}(\text{запрос}, \text{АСемФС}, \text{СемСО}, \text{Схема}),$
 $\text{МВКлС}(\text{запрос}, \text{АСемФС}, \text{СемКлС}, \text{Схема}),$
 $\text{МВСД}(\text{запрос}, \text{АСемФС}, \text{СемСД}, \text{Схема}),$
 Схема) (5)

В формулах (4) и (5) могут отсутствовать сформированные выходные значения.

В формуле (3) оператор МВКФС, используя три параметра, формирует ОРД.

В таблице показано автоматное представление МВСО.

В таблице входными сигналами являются значения «ложь» (0) и «истина» (1), выходными сигналами (значениями) являются:

- Y1 — найденный слот;
- Y2 — обновленный слот;
- Y3 — сформированное сообщение;
- Y4 — полученный результат;
- Y5 — пустое сообщение;
- Y6 — размещенный результат.

Состояниями результата являются:

- q₀ — «вход», «выход»;
- q₁ — «поиск нужного слота в СемСО»;
- q₂ — «обновление слота в СемСО»;
- q₃ — «обновление слота в СемСО»;
- q₄ — «получение результата»;
- q₅ — «формирование пустого сообщения»;
- q₆ — «размещение результата в рабочем поле».

Общий алгоритм работы МВКФС, представленный в формуле (3), использует УМВ передает управление МВКФС, которые по созданной АСемФС должна получить все данные для создания ОРД. МВ должна выполнить следующие функции: получение запроса, поиск нужных слотов, поиск конкретных данных в БД, работы

с данными, находящимися в слотах, получение выходной информации и размещение её в рабочем поле.

ВЫВОДЫ

В статье рассмотрены три задачи, необходимые для автоматизированного создания ОРД:

- ♦ разработка обобщенных бланков ОРД;
- ♦ анализ способов использования СемСФрВ для получения ОРД;
- ♦ автоматизированное получение ОРД.

В разделе «Разработка обобщенных бланков ОРД» показано получение их на основе применения сигнатуры документа, а также отображено назначение обобщенных документов. На основе такого представления происходит процесс похожий на «упаковку» множества конкретных документов. Сигнатуре документа или обобщенному бланку ОРД соответствует множество семантических характеристик конкретных документов в виде типов названий документа и типов названий полей.

В разделе «Анализ способов использования СемСФрВ для получения ОРД» рассмотрены подходы работы с сетями. Рассмотрены два способа: разработка и применение одной МВ; разработка и применение множества МВ.

Разработка универсальной МВ для всех СемСФрВ приводит к сложному алгоритму обработки. Так как СемСФрВ структурно подобны, то множество МВ, предназначенных для работы с конкретной СемСФрВ также структурно подобны с точностью до различия параметров, таких как наименование объектов, процессов и т.д. Поэтому выбран подход разработки множества МВ, предназначенных для работы с конкретной СемСФрВ и их управления с помощью УМВ. В этом случае значительно упрощается сложность алгоритма функционирования.

Выбрано автоматное представление механизма работы МВ. Входной алфавит потенциально может быть расширен новыми символами за счет включения новых

документов. Элементами входного и выходного алфавитов могут быть предложения и словосочетания, которые могут быть параметризованы.

В разделе «Автоматизированное получение ОРД» представлены и кратко описаны функции УМВ и МВ. При описании функций УМВ показан процесс последовательности обращения к конкретной СемСФрВ с помощью соответствующих МВ, а также механизм взаи-

мосвязи через рабочее поле в процессе работы. При описании функций МВ для примера представлены запросы для МВСЗ и общий процесс работы МВКФС.

Окончательные выводы следующие:

- ◆ для автоматизированного создания ОРД достаточно решения трёх поставленных задач;
- ◆ для однотипного создания МВ использовано автоматное представление работы МВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корилов А.М. «Искусственный интеллект в технических системах». Научный вестник НГТУ. Томск, 2014. — № 1, 21 с.
2. Аблов И.В., Калинин Ю.П., Кепов В.А., Пшеничный С.И., Хорошилов Александр А., Хорошилов Алексей А., Шевкунов М.А. «Методы автоматизированного создания тематических онтологий на базе платформы МетаФраз». Технологии гражданской безопасности. Москва, 2021. — № 1, 66 с.
3. Медведев Н.В., Марков А.С., Фадин А.А. «Применение метода статического сигнатурного анализа для выявления дефектов безопасности веб-приложений». Наука и образование. Москва, 2012. — № 9, 3 с.
4. Блувштейн Д.В. «Семантические сети фреймоподобного вида как способ представления знаний для создания специализированных документов». XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Пенза, 2017. — № 4, 151 с.
5. Блувштейн Д.В. «Вопросы формирования алгоритма семантической сети». Материалы Международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электро — и теплотехнологии» (21 Бенардосовские чтения), Иваново, 2021. 6 с.
6. Миронов А.С. «Экспертные системы». Молодой ученый. Казань, 2016. — № 16, 40 с.
7. Диковицкий В.В. «Методы интерфейсной навигации и поиска нормативно-справочных документов в корпоративных информационных системах». Специальность 05.13.11 — Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург, 2016. 14 с.

© Блувштейн Денис Вячеславович (bluvshsteindv@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОД V-ФУНКЦИИ: К МОДЕЛИРОВАНИЮ ТРАЕКТОРНО-ВОЛНОВОГО ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНА В ВОДОРОДОПОДОБНОМ АТОМЕ

V-FUNCTION METHOD: TO MODELING TRAJECTORY-WAVE MOTION OF AN ELECTRON IN A HYDROGEN-LIKE ATOM

**N. Valishin
K. Smoylov
S. Babina**

Summary. In this paper, the V-function method is considered as a possible apparatus for mathematical modeling of the trajectory-wave motion of an object (particle) in a Coulomb force field. The possibility of solving the direct and inverse problems of dynamics on the basis of this method is analyzed, in connection with which a study of the wave function for an object is carried out and its energy is determined. When modeling the motion of an electron in a Coulomb field, the method under consideration allows us to establish a rule for quantization of the energy of a hydrogen-like atom, which completely coincides with the classical results.

Keywords: trajectory-wave motion, motion modeling, wave function, wave equation, hydrogen-like atom.

Валишин Наиль Талгатович

Доцент, Казанский национальный
исследовательский технический университет им.
А.Н. Туполева-КАИ
vnait@yandex.ru

Смойлов Кирилл Андреевич

Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
kvant3108@mail.ru

Бабина София Вячеславовна

Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
s2o5n1y7a@gmail.com

Аннотация. В данной работе рассматривается метод V-функции как возможный аппарат математического моделирования траекторно-волнового движения объекта (частицы) в кулоновском поле сил. Анализируется возможность решения прямой и обратной задачи динамики на базе данного метода, в связи с чем проводится исследование волновой функции для объекта и определяется его энергия. При моделировании движения электрона в кулоновском поле, рассматриваемый метод позволяет установить правило квантования энергии водородоподобного атома, которое полностью совпадает с классическими результатами.

Ключевые слова: траекторно-волновое движение, моделирование движения, волновая функция, волновое уравнение, водородоподобный атом.

Введение

Особое место в квантовой механике отводится корпускулярно-волновому дуализму (дуализму волны и частицы). То есть такому свойству квантового объекта, при котором он при одних условиях проявляет свойства классических волн, а при других — свойства классических частиц. Проблема корпускулярно-волнового дуализма остается актуальной и в современных исследованиях [1,2].

В данной работе рассматривается физическая реальность, в которой волновое движение объекта неразрывно связано с траекторным и наоборот. Такая постановка также рассматривается в работах [3,4]. При описании примем, что движение частицы определяется физической волной, а наличие траектории свидетельствует о существовании частицы.

Поскольку в данной статье описывается моделирование траекторно-волнового движения объекта (частицы) в кулоновском поле сил с помощью метода V-функции, перед тем, перейти непосредственно к рассмотрению, обозначим, что понимается под методом V-функции.

1. Моделирование траекторно-волнового движения объекта

Метод V-функции представляет собой математический аппарат для моделирования движения квантового объекта, траекторное движение которого сопряжено с волновым [5–8].

Моделирование траекторно-волнового движения объекта включает в себя решение прямой и обратной динамики при движении в центральном поле сил. Пря-

мую задачу динамики в данном случае можно представить в следующем виде: по заданным дифференциальным уравнениям, описывающим траекторию движения объекта, требуется определить волновую функцию.

Для этого введем вектор фазовых координат, однозначно определяющих состояние системы, $x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$, где $x \in R^n$, с помощью R^n обозначено n -мерное евклидово пространство, и время $t \in T$, с помощью T обозначен интервал времени. Рассмотрим систему дифференциальных уравнений, описывающих траекторию движения объекта:

$$\dot{x} = f(x). \quad (1)$$

Уравнения (1) охарактеризуем как уравнения, определяющие состояние исследуемого объекта и удовлетворяющие теореме о существовании и единственности решений.

Введем однозначную, конечную, кусочно-непрерывную волновую функцию (V-функцию) $V = V(x, t) (x \in R^n, t \in T)$.

Следует отметить, что представленная выше волновая функция должна удовлетворять следующему уравнению:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} - \dot{x}^T W \dot{x} = 0, \quad W = \left[\frac{\partial^2 V(x, t)}{\partial x_i \partial x_j} \right]. \quad (2)$$

Для определения начальных условий рассмотрим следующие теоремы:

Теорема 1. Для перехода в новое состояние необходимо и достаточно существование V-функции, удовлетворяющей условию:

$$\Delta \left(\frac{dV}{dt} \right) = 0. \quad (3)$$

Теорема 2. Движение объекта, описываемое системой дифференциальных уравнений (1), происходит так, что в каждый момент времени вектор фазовой скорости сонаправлен с градиентом волновой функции:

$$\frac{\partial V^T}{\partial x} f = |\lambda| \dot{x}. \quad (4)$$

Принимая в рассмотрение физику процесса, удовлетворение V-функции условиям теоремы 1, 2 и условию связанности волновой функции с траекторией движения объекта, получаем начальные условия, имеющие вид:

$$V(x = x_M, t = t_0) = 0 \quad (5)$$

$$\left. \frac{\partial V(x, t)}{\partial t} \right|_{t=t_0} = \frac{\partial V(x, t_0)}{\partial t} = const \quad (6)$$

где x_M — точка, в которой находится объект.

Граничные условия могут быть представлены в следующем виде:

$$V(x_M, t) = 0; \quad (7)$$

$$\frac{\partial V(x_M, t)}{\partial x} = k^{-1} \dot{x}(t) = k^{-1} f(x = x_M) \quad (8)$$

Обратная задача динамики представляется в виде: по заданной волновой функции определить траекторию движения объекта.

При заданной волновой функции из (4) сразу следует решение обратной задачи динамики:

$$\dot{x}_i = k \frac{\partial V}{\partial x_i} \quad (9)$$

К тому же, если выполняется условие

$$\dot{x}_j = \lambda_j \frac{\partial \dot{x}_i}{\partial x_j} \quad (i, j = \overline{1, n}),$$

тогда уравнение (2) принимает вид:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} - g^2 \nabla^2 V = 0, \quad (10)$$

где $g^2 = \sum_{i=1}^n \dot{x}_i^2 = \dot{x}^T \dot{x}$ и $\nabla^2 = \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2}{\partial x_i^2}$

2. Моделирование движения частицы в потенциальном поле сил

Рассмотрим движение в 3-х мерном пространстве. Согласно сохранению энергии:

$$\frac{m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2)}{2} + U(x, y, z) = E. \quad (11)$$

где m — масса объекта;
 U — потенциальная энергия;
 E — полная энергия.

На основе закона сохранения энергии и уравнения (10) составим систему:

$$\begin{cases} \frac{m g^2}{2} + U = E, \\ \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} - g^2 \Delta V = 0. \end{cases} \quad (12)$$

Преобразуем систему и перейдем к уравнению:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} - \frac{2(E - U)}{m} \Delta V = 0. \quad (13)$$

Проведем ряд преобразований, пользуясь методом разделения переменных ($V = V(x, y, z)T(t)$):

$$\begin{aligned} \frac{d^2 T}{dt^2} + \omega^2 T &= 0, \\ \frac{2(E-U)}{m} \Delta X + \omega^2 X &= 0, \end{aligned} \quad (14)$$

где $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$, — оператор Лапласа

Поскольку движение объекта в данной работе рассматривается в кулоновском поле сил, то потенциальная энергия может быть представлена в виде:

$$U = -\frac{Ze^2}{r}, \quad (15)$$

где Ze — заряд ядра, r — расстояние между объектом и центром сил.

В результате второе уравнение системы (14) выражено следующим образом:

$$\frac{2(E + Ze^2/r)}{m} \Delta X + \omega^2 X = 0, \quad (16)$$

Проведем ряд преобразований и получим:

$$\left(-\beta_0^2 + \frac{\alpha}{r}\right) \Delta X + \omega^2 X = 0, \quad (17)$$

где $\beta_0^2 = -\frac{2E}{m}$, $\alpha = \frac{2Ze^2}{m}$.

В ходе дальнейших преобразований перейдем к сферической системе координат и исключим из рассмотрения сферически несимметричные решения. Применим также метод разделения переменных и рассмотрим уравнение для радиальной составляющей:

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dR}{dr} \right) + \frac{r^2 \omega^2}{-\beta_0^2 + \frac{\alpha}{r}} R - l(l+1)R = 0 \quad (18)$$

Произведем замену: $R = \frac{u}{r}$

и разделим получившееся уравнение на r , отметим, что в данном случае u — некоторая кусочно-непрерывная, конечная функция:

$$\frac{d^2 u}{dr^2} + \left(\frac{k_0^2 \alpha}{\alpha - \beta_0^2 r} - k_0^2 - \frac{l(l+1)}{r^2} \right) u = 0, \quad (19)$$

где $k_0^2 = \frac{\omega^2}{\beta_0^2} = -\frac{\omega^2 m}{2E}$.

Рассмотрим решение данного уравнения.

При $l = 0$ уравнение (19) может быть решено через степенной ряд. Принимая во внимание асимптотическое решение ($r \rightarrow \infty$), получим общее решение вида:

$$u = c_1 u_-(r) + c_2 u_+(r) = e^{-k_0 r} f_-(r) + e^{k_0 r} f_+(r). \quad (20)$$

При подстановке его в (19) при $l = 0$ получим следующие уравнения:

$$f_{\pm}''(r) \pm 2k_0 f_{\pm}'(r) + \frac{\beta_1}{r_0 - r} f_{\pm}(r) = 0 \quad (21)$$

где $\beta_1 = k_0^2 \alpha / \beta_0^2 = \frac{1}{2} Ze^2 \omega^2 m_e / E^2$,

а $r_0 = \alpha / \beta_0^2 = Ze^2 / E$.

Как было сказано ранее, решение можно найти в виде степенного ряда

$$f_{\pm}(r) = \sum_{m=0}^{\infty} a_m^{(\pm)} (r_0 - r)^m.$$

Подставив его в уравнение (21), получим:

$$\sum_{n=0}^{\infty} [(n+1)na_{n+1}^{(\pm)} \mp 2k_0 na_n^{(\pm)} + \beta_1 a_n^{(\pm)}] (r_0 - r)^{n-1} = 0. \quad (22)$$

Отсюда получаем, что $a_0 = 0$, а коэффициенты $a_{n+1}^{(\pm)}$ соответствуют следующему соотношению:

$$a_{n+1}^{(\pm)} = \frac{\pm 2k_0 n - \beta_1}{(n+1)n} a_n^{(\pm)}. \quad (23)$$

Ряд

$$f_+(r) = \sum_{m=1}^{\infty} a_m^{(+)} (r_0 - r)^m$$

обрывается, исходя из решения обратной задачи динамики ($a_m^{(+)} = 0$ при $m \geq n+1$), что приводит к решению:

$$u_{+,n}(r) = C \exp\{k_{0,n} r\} \sum_{m=1}^n a_m^{(+)} (r_{0,n} - r)^m, \quad (24)$$

где C — постоянная.

Отметим, исходя из оптико-механической аналогии [5,8] $2E = \hbar \omega$, и из равенства $\beta_1 = 2k_0 n$, которое получается из (23), следует, что энергия электрона на n уровне равна

$$E_n = -\frac{Z^2 e^4 m_e}{2\hbar^2} \frac{1}{n^2}.$$

Из чего можно сделать вывод, что уравнение (19) при $l \neq 0$ удовлетворяет тем же значениям энергии как и при $l = 0$, следовательно, решения (19) могут быть по-

строены на основе решения этого уравнения при $l = 0$ для соответствующих значений энергии.

Проведем преобразования уравнения (19):

$$\frac{d^2 u}{dr^2} + \left(\frac{k_0^2 r}{r_0 - r} - \frac{l(l+1)}{r^2} \right) u = 0 \quad (25)$$

Далее для удобства вычислений введем $x = \frac{r}{r_0}$:

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \left(\frac{k_0^2 r_0^2 x}{1-x} - \frac{l(l+1)}{x^2} \right) u = 0, \quad (26)$$

где

$$\begin{aligned} k_0^2 r_0^2 &= \frac{\omega^2 m_e}{2|E|} \left(\frac{e^2}{E} \right)^2 = \left(\frac{2E}{\hbar} \right)^2 \frac{m_e e^4}{2|E^3|} = \\ &= \frac{2m_e e^4}{\hbar^2 \frac{m_e e^4}{2\hbar^2} \frac{1}{n^2}} = 4n^2. \end{aligned}$$

С учетом этого окончательное уравнение примет вид:

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \left(\frac{4n^2 x}{1-x} - \frac{l(l+1)}{x^2} \right) u = 0. \quad (27)$$

Его начальные условия выглядят следующим образом: $u(x=0) = 0$; $u'(x=0) = c$.

Таким образом, можно сделать вывод, что метод V-функции может быть использован для моделирования траекторно-волнового движения объекта (частицы) в кулоновском поле сил, а также для установления правила квантования энергии водородоподобного атома.

Заключение

В данной работе на базе метода V-функции закладываются основы траекторно-волновой динамики. Проводится моделирование траекторно-волнового движения электрона в водородоподобном атоме.

При моделировании движения электрона в кулоновском поле, с помощью метода V-функции получено правило квантования энергии водородоподобного атома, которое такое же как в классических результатах Шредингера и Бора [9,10].

ЛИТЕРАТУРА

1. H Akhsan, S Rianti, M Muslim and M Ariska. Development of digital handout on particle wave dualism material // 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1816 012006
2. Gino Tarozzi, Giovanni Macchia No-Thing and Causality in Realistic Non-Standard Interpretations of the Quantum Mechanical Wave Function: Ex Nihilo Aliquid? // Foundations of Science (2021)
3. Л. де Бройль. Волны и кванты. Кванты света, дифракция и интерференция. Кванты, кинетическая теория газов и принцип Ферма — Успехи физических наук, 1967. т. 93. Вып. I.
4. Родимов Б.Н. Автоколебательная квантовая механика. Физико-математическое наследие: физика (квантовая механика) М.2010 г. 416 с.
5. Valishin N.T., Valishin F.T. V-function method: some solutions of direct and inverse dynamics problems in a new statement // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences 2019, N1, pp.70–81.
6. Valishin N.T. To Physical Statement of a Controllability Problem. // Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 11, Special Issue-05, 2019, pp.1708–1713.
7. Valishin N., Moiseev S. A method of V-function: ultimate solution to the direct and inverse problems of dynamics for a hydrogen-like atom // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol 4, № 5(88) (2017) pp.23–32
8. NT Valishin, AI Volkov, ZF Bildanova and VA Selivanova To continue the optical-mechanical analogy // Journal of Physics: Conference Series 1679 (2020) 022016
9. Schrödinger E. Quantisierung als Eigenwertproblem (I Mitt) Annalen der Physik, 1926, Bd 79, S.361–376; (II Mitt) — Ibid., S.489–527; (III Mitt) — Ibid., Bd 80, S.437–490; (4 Mitt) — Ibid., Bd 81.
10. Bohr N. On the constitution of atoms and molecules. — Philosophical Magazine, 1913, v. 26, p.1–25, 476–502, 857–875.

© Валишин Наиль Талгатович (vnait@yandex.ru),

Смойлов Кирилл Андреевич (kvant3108@mail.ru), Бабина София Вячеславовна (s2o5n1y7a@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ПЕЧАТИ ДОКУМЕНТОВ

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A CENTRALIZED DOCUMENT PRINTING METHOD

**R. Dorokhin
S. Smirnov**

Summary. The paper considers a model of print management in departments with the development of restricted access documents. Developed a method for printing and labeling documents using additional modules written in the programming languages php and python. The result of this work is the development and justification of this method. In the course of this work was carried out the selection of optimal means of printing and labeling of restricted documents, designed a method for centralized document printing, as well as visualized the main components needed to implement the developed method.

Keywords: information security, information protection from unauthorized access, operating systems, mandated and discretionary access control.

Дорохин Руслан Андреевич
Аспирант, МГТУ им. Н.Э. Баумана
ruslandorohin00@gmail.com

Смирнов Сергей Николаевич
Доктор технических наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана
smirnovsn@bmstu.ru

Аннотация. В работе рассмотрена модель управления печатью в подразделениях с разработкой документов ограниченного доступа. Разработан метод печати и маркировки документов с использованием дополнительных модулей, написанных на языках программирования php и python. Результатом данной работы является разработка и обоснование данного метода. В ходе данной работы был осуществлен выбор оптимальных средств печати и маркировки документов ограниченного доступа, спроектирован метод централизованной печати документов, а также визуализированы основные компоненты необходимые для осуществления разработанного метода.

Ключевые слова: информационная безопасность, защита информации от несанкционированного доступа, операционные системы, мандатное и дискреционное управление доступом.

Введение

В подразделениях с незначительным объемом документооборота и не имеющих машинописных бюро законодательство требует производить печать документов с грифом, только в подразделениях делопроизводства и режима (далее РСП) с использованием технических средств защиты информации. Станция печати секретных документов представляет собой объект вычислительной техники (далее ОВТ), состоящий из персонального компьютера. При необходимости печати документа сотрудник обязан зарегистрировать номера листов предварительного учета в соответствующем журнале в РСП, далее, если разработка производилась не на ОВТ расположенном в РСП, получить зарегистрированный съемный носитель информации и произвести на него запись. После чего сотрудник передает электронный носитель с документом в РСП для печати данного документа на твердую копию. Сотрудник РСП производит заполнение реквизитов документа в интерфейсе средств контроля печати, после чего производится печать документа. Данные о документе

автоматически регистрируются средствами защиты информации в электронном журнале маркировки отпечатанных документов. Данный алгоритм действий хоть и осуществляет контроль секретного документооборота, но в свою очередь имеет значительную угрозу утечки информации.

На основе данного исследования необходимо сформировать собственную методику построения системы контроля централизованной печати документов. Целями данного исследования являются:

1. Выбор оптимальных для методики средств защиты информации с реализованным функционалом централизованной печати документов.
2. Разбор основных особенностей системы печати выбранного продукта.
3. Спроектировать метод безопасной централизованной печати документов и визуализировать основные компоненты данного метода.
4. Реализовать разработанный метод путем настройки компонентов системы и разработке модулей.

```

cupsd.conf      interfaces      printers.conf  raw.types
cupsd.conf.pre16-bak  marker.template  printers.conf.0  snmp.conf
cups-files.conf  ppd            raw.convs       ssl

```

Рис. 1. Конфигурационные файлы сервера печати.

```

GNU nano 2.7.4      Файл: /etc/cups/marker.template
fonarik_border=5
charset=utf-8.PTAAstraSerif

last:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:уч. {mac-inv-num}
last:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:лист.#{CURRENT_PAGE}
last:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:отп. {copies} экз.
last:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:{mac-distribution}
last:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:АС "ЭЛВС Управление №1"
last:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:НЖМД уч.#{mac-workplace-id}
last:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:исп. {JOB_OWNER}
last:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:тел. {mac-owner-phone}
last:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left: {DATE}

any:bold:12:PTAAstraSerif:bottom-left:Войсковая часть 0000
any:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:уч. {mac-inv-num}
any:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left:лист.#{CURRENT_PAGE}
any:normal:12:PTAAstraSerif:bottom-left: {DATE}

```

Рис. 2. Конфигурационный файл marker.template.

Средства защиты информации с реализованным функционалом централизованной печати документов

В данном разделе будут представлены наиболее популярные средства защиты информации от несанкционированного доступа (далее СЗИ от НСД) имеющиеся на Российском рынке.

Secret Net Studio — представляет собой наложенное СЗИ от НСД и используется в операционных системах (далее ОС) семейства Windows — [1]. Как указано в — [4] — управление печатью документов Secret Net Studio осуществляется в программе управления, имеющая возможность работы, как в локальном, так и в централизованном режиме. Также данное СЗИ от НСД имеет сертификат соответствия ФСТЭК России, который подтверждает соответствие требованиям руководящих документов по 3 классу защищенности СВТ, 2 классу защиты МЭ тип «В» (ИТ.МЭ.В2.ПЗ) — [7]. Что позволяет его использование в автоматизированных системах до классов 1Б, 2А, 3А включительно — [6]. Однако, согласно — [4], контроль за печатью документов осуществляет только Администратор безопасности и нет возможности предоставить доступ за контролем и управлением печатью сотруднику РСР.

Dallas Lock — как и первый продукт представляет собой наложенные СЗИ от НСД при использовании ОС Windows. А именно как указано в — [5] — СЗИ от НСД

Dallas Lock представляет собой программный комплекс системы защиты информации в ОС семейства Windows с возможностью подключения аппаратных идентификаторов. Подсистема позволяет правильно разграничить доступ к печати в соответствии с выбранной моделью разграничения доступа, а также к печатающим устройствам. Однако данный продукт имеет ограничения на использования в связи с постановлением правительства № 616 — применяющийся исключительно с ОС Windows.

ОС специального назначения «Astra Linux Special Edition» (далее ОС Astra Linux SE) представляет собой комплекс СЗИ от НСД на базе операционной системы семейства linux. Данная ОС не является наложенным средством и позиционирует себя как отечественная [9]. Также данная ОС имеет интернет ресурс с довольно обширной базой знаний. Однако, недолгое нахождение на рынке и малый опыт эксплуатации данной ОС сталкивают администраторов безопасности с рядом трудностей.

ОС Альт 8 СП для серверов и рабочих имеет в своём составе программные СЗИ от НСД и сертифицирована по требованиям безопасности информации, что подтверждают сертификаты соответствия ФСТЭК, МО РФ и ФСБ РФ. СЗИ от НСД ОС Альт 8 СП охватывают широкий спектр возможностей и функционала по защите информации — [8]. Однако данный Комплекс не имеет в своем составе средств маркировки документов, что не актуально для данного исследования.

Таблица 1. Описания параметров файла marker.template для оборота последней и для обратной стороны каждой страницы.

Наименование параметра	Описание параметра
Fonarik_border=5	Положение маркера на странице
charset=utf-8.PTAStraSerif	Кодировка документа и общий шрифт
Last:	Для параметров маркера, расположенного на последней странице
normal:	Тип шрифта
12: PT Astra Serif	Размер и наименование шрифта
bottom-left	Положение каждой строчки маркера
any	Для параметров маркера расположенного на всех страницах, кроме последней
{mac-inv-num}	Номер учетного листа документа
{CURRENT_PAGE}	Номер текущей страницы
{copies}	Номер экземпляра
{mac-distribution}	Список рассылки
{JOB_OWNER}	Имя отпечатавшего документ
{mac-owner-phone}	Номер телефона
{DATE}	Дата печати

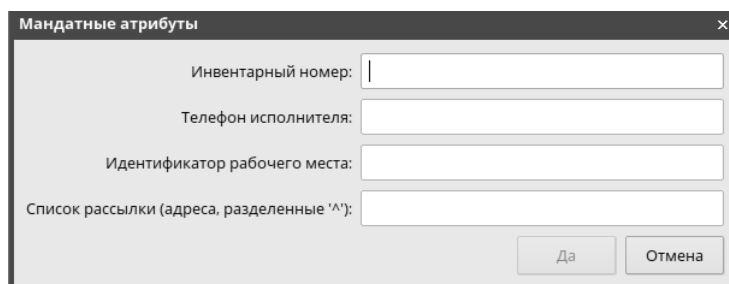


Рис. 3. Изменяемые параметры маркера при отправке документа на печать.

На основе данного анализа, для разработки метода централизованной печати была выбрана ОС Astra Linux SE. Данное решение связано по следующим причинам: 1) ОС является отечественным продуктом, что не противоречит постановлению правительства № 616; 2) функционал данной ОС позволяет гибко спроектировать и настроить систему централизованного управления печати; 3) разграничение доступа позволяет назначить необходимые привилегии сотрудникам РСП и дать им возможность вести аудит и настраивать печать исходя из особенностей каждого РСП.

Система печати и маркировки документов ОС Astra Linux SE

Система печати ОС Astra Linux SE основана на механизме CUPS, который позволяет управлять печатью документов, предоставлять информацию о распечатанных документах, состоянии принтеров, а также о пользователе, который производил печать. Конфигурационные файлы и каталоги cups расположены в каталоге «/etc/cups/», список которых представлен на рисунке 1.

В файле cupsd.conf содержатся параметры для функционирования сервера печати. Ниже представлены параметры маркера на обороте каждой страницы (рисунок 2), а также описание каждого маркера (таблица 1)

Проектирование метода централизованной печати документов на базе ОС Astra Linux SE

Из предыдущего раздела следует, что ОС Astra Linux обладает необходимым функционалом для реализации метода централизованной печати, однако в ходе эксплуатации данной ОС было выявлено ряд недостатков и трудностей в работе.

Первым и самым важным недостатком является отсутствие в руководстве в эксплуатации и интернет ресурсах инструкции по настройке и реализации сервера печати с использованием контроллера домена Free Ipa. Вторым недостатком является малый функционал настройки и печати маркеров при использовании

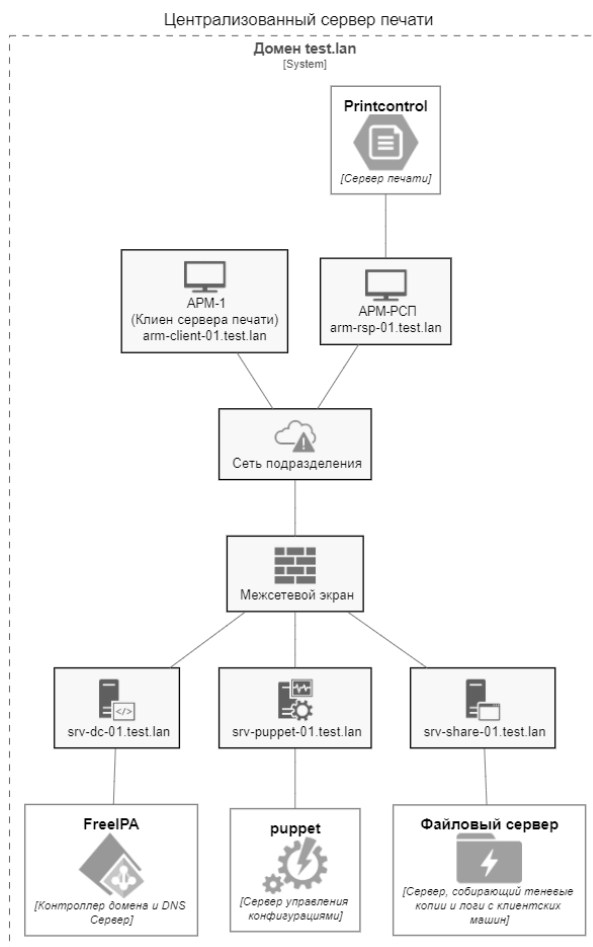


Рис. 4. Метод централизованной печати документов.

«flay-jobviewer», а именно: отсутствие возможности автоматически предоставлять данные из домена об учетном номере жесткого диска и телефоне исполнителя, малый набор и отсутствие возможности добавлять или удалять изменяемые параметры маркера при отправке на печать (рисунок 3).

Исходя из руководящих документов по защите информации и документов по обеспечению режима секретности, разработан следующий процесс печати:

1. Пользователь, разработав документ в сессии отличной от нуля, отправляет его на печать.
2. Печать документа не происходит, происходит отправка на сервер печати, находящийся в РСР подразделения.
3. Пользователь оповещает РСР об отправленном документе.
4. Сотрудник РСР регистрирует документ и предоставляет необходимые атрибуты для маркировки.
5. Сотрудник РСР отправляет документ на печать. После чего производится печать документа.

6. Данные о печати документа автоматически регистрируются в электронном журнале, а теневые копии отправляются на файловый сервер подразделения по защите информации.

На рисунке 4 представлена схема реализации метода централизованной печати документов.

В следующем разделе будет представлена настройка сервера печати для работы в едином пространстве пользователей в домене FreeIPA согласно инструкции представленной технической поддержкой Astra Linux.

Настройка сервера печати для работы в домене FreeIPA

Общий состав стенда представлен в табл. 2.

На первом этапе необходимо настроить контроллер домена для этого выполнить следующие действия:

1. Создать в web интерфейсе или с помощью командной строки на сервере доменную группу

Таблица 2. Состав стенда для реализации централизованной печати документов

Доменное имя	Ip адрес/маска сети	Назначение
srv-dc-01.test.lan	192.168.1.2/29	Контроллер домена FreeIpa
srv-puppet-01.test.lan	192.168.1.3/29	Сервер управления конфигурациями puppet
srv-share-01.test.lan	192.168.1.4/29	Файловый сервер для централизованного сбора и хранения теневых копий и журналов печати и маркировки документов
«Рубикон»	192.168.1.1/29 192.168.2.1/30	Межсетевой экран. Представлен для полной реализации метода централизованной печати документов. В рамках данной работы не применяется.
arm-rsp-01.test.lan	192.168.2.2/30	Сервер печати документов
arm-client-01.test.lan	192.168.2.3/30	Клиент сервера печати под управлением контроллера домена freeIpa

```

administrator@arm-rsp-01:~$ sudo ktutil
ktutil: rkt /tmp/ipp.keytab
ktutil: wkt /etc/krb5.keytab
ktutil: l
slot KVNO Principal
-----
1 1 ipp/arm-rsp-01.test.lan@TEST.LAN
2 1 ipp/arm-rsp-01.test.lan@TEST.LAN
ktutil: q
administrator@arm-rsp-01:~$ sudo klist -kte /etc/krb5.keytab
Keytab name: FILE:/etc/krb5.keytab
KVNO Timestamp Principal
-----
1 18.05.2020 12:10:17 host/arm-rsp-01.test.lan@TEST.LAN (aes256-cts-hmac-sha1-96)
1 18.05.2020 12:10:17 host/arm-rsp-01.test.lan@TEST.LAN (aes128-cts-hmac-sha1-96)
1 18.05.2020 13:10:27 ipp/arm-rsp-01.test.lan@TEST.LAN (aes256-cts-hmac-sha1-96)
1 18.05.2020 13:10:27 ipp/arm-rsp-01.test.lan@TEST.LAN (aes128-cts-hmac-sha1-96)
    
```

Рис. 5. Добавление ключей в хранилище Kerberos.

```

sudo cupsctl --remote-admin --share-printers --remote-any
sudo cupsctl ServerAlias=*
sudo cupsctl DefaultPolicy=authenticated
sudo cupsctl MarkerUser=ipp
sudo cupsctl ServerName=arm-rsp-01.test.lan
sudo cupsctl MacEnable=on
sudo cupsctl DefaultAuthType=Negotiate
    
```

Рис. 6. Изменение настроек сервера печати.

- и пользователя, добавить созданного пользователя в созданную группу.
- Добавить созданного пользователя в локальную группу lpmac на сервере печати: «sudo gpasswd -a gc_print_admin lpmac»
- На контроллере домена FreeIpa создать службу ipp командой: «ipa service-add ipp/arm-rsp-01.test.lan»
- Выгрузить таблицу ключей для службы ipp/arm-rsp-01.test.lan @TEST.LAN: «sudo ipa-getkeytab -p ipp/arm-rsp-01.test.lan@TEST.LAN -k /tmp/ipp.keytab»

- Перенести таблицу ключей на сервер печати: «scp /tmp/ipp.keytab administrator@arm-rsp-01.test.lan:/tmp»

Следующим этапом необходимо произвести настройку сервера печати:

- Добавить созданные ключи в хранилище Kerberos как показано на рисунке 5:
- Изменить группу администратора печати на созданную доменную группу, для этого изменить значение в файле /etc/cups/cups-files.conf с SystemGroup lpadmin на SystemGroup print_admins


```
<!DOCTYPE HTML>
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8">
<title>Сервер печати</title>
<!--Подключение стилей bootstrap-->
<link rel="stylesheet"
href="/printcontrol/prog/css/bootstrap-4.5.0-dist/css/bootstrap.min.css">
</head>
<!--Добавление изображения в качестве фона -->
<body style="background-image: url('/printcontrol/prog/css/printer.jpg');
background-size: 100%; opacity:0.7;">
<div class="container">
<div class="row">
<div style="margin-left:auto;
margin-right:auto;margin-top:200px;">
<!--Ссылка на приложение printcontrol-web-->
<form action="/printcontrol/prog/printcontrol.php">
<button type="submit" class="template-2">
Начать работу с сервером печати!
</button>
</form>
</div>
</div>
</div>
<!--Подклчение библиотеки для работы скриптов bootstap4 -->
<script src="/printcontrol/prog/css/jquery-3.5.1.js"></script>
<!--Подключение собственной страницы с java script-->
<script src="/printcontrol/prog/css/main.js"></script>
<!--Подключение java script bootstrap4-->
<script
src="/printcontrol/prog/css/bootstrap-4.5.0-dist/js/bootstrap.min.js">
</script>
</body>
</html>
```

Код 1

```
<form method="post" action="template.php">
<button type="submit">
Редактировать маркер
</button>
</form>
```

Код 2

```

<div class="container">
<div class="row">
<!-- Кнопки для вызова модального окна-->
<div style="margin-left:auto; margin-right:auto;margin-top:200px;">
<button type="submit" id="1" data-toggle="modal" data-target="#exampleModal" class="template1">
Маркер для всех и последней страницы
</button>
<button type="submit" id="2" data-toggle="modal" data-target="#exampleModal" class="template-1">
Маркер для последней страницы
</button>
<button type="submit" id="3" data-toggle="modal" data-target="#exampleModal" class="template-1">
Маркер для любой страницы
</button>
</div>
</div>
<div class="row">
<a href="/printcontrol/prog/printcontrol.php"
class="btn btn-lg btn-secondary btn-block"
style="margin-top:10px; margin-left:auto; margin-right:auto; width: 640px;">
Вернуться на сервер печати
</a>
</div>
</div>
</div>
</div>
<!-- Модальное окно для редактирования параметров маркера -->
<div class="modal fade" id="exampleModal" tabindex="-1" role="dialog" aria-
labelledby="exampleModalLabel" aria-hidden="true" >
<div class="modal-dialog">
<div class="modal-content" style="width: 600px;">
<div class="modal-header">
<h5 class="modal-title" id="exampleModalLabel">Редактор маркера</h5>
<button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-label="Close">
<span aria-hidden="true">&times;</span>
</button>
</div>
<div class="modal-body" >
<!--Отправка формы на страницу с функцией изменения параметров маркера-->
<form method='post' action='/printcontrol/prog/function.php'>
<textarea name='marker' id="text" class="form-control" rows="17">
fonarik_border=5
charset=utf-8.ПТАstraSerif
last:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:уч. {mac-inv-num}с
last:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:лист. № {CURRENT_PAGE}
last:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:отп. {copies} экз.
last:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left: {mac-distribution}
last:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:АС "Управление №1"
last:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:НЖМД уч.№ {mac-workplace-id}
last:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:исп. {JOB_OWNER}
last:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:тел. {mac-owner-phone}
last:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left: {DATE}
any:bold:12:PT Astra Serif:bottom-left:Войсковая часть 0000

```

Код 3 (продолжение на стр. 83)

```

any:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:уч №{mac-inv-num}c
any:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:лист №{CURRENT_PAGE}
any:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:{DATE}
</textarea>
</div>
<div class="modal-footer">
<button type="button" class="btn btn-secondary" data-dismiss="modal">Закрыть</button>
<button type="submit" class="btn btn-danger">Сформировать маркер</button>
</form>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<script src="/printcontrol/prog/css/jquery-3.5.1.js"></script>
<script src="/printcontrol/prog/css/main.js"></script>
<script src="/printcontrol/prog/css/bootstrap-4.5.0-dist/js/bootstrap.min.js"></script>
<script>
//Функция для кнопки редактирования маркера для всех страниц
$('#2').click(function () {
$('#text').html('fonarik_border=5\ncharset=utf-8.PTAstraSerif\n\nany:normal:12:PT Astra Serif:bottom-
left:уч. {mac-inv-num}c\nany:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:лист. №
{CURRENT_PAGE}\nany:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:отп. {copies} экз.\nany:normal:12:PT
Astra Serif:bottom-left:{mac-distribution}\nany:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:AC "Сегмент ЗЛВС
ЦЗИ от ТР"\nany:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:НЖМД уч.№ {mac-workplace-
id}\nany:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:исп. {JOB_OWNER}\nany:normal:12:PT Astra
Serif:bottom-left:тел. {mac-owner-phone}\nany:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:{DATE}');
});
//Функция для кнопки редактирования маркера для последней страницы
$('#3').click(function () {
$('#text').html('fonarik_border=5\ncharset=utf-8.PTAstraSerif\n\nany:bold:12:PT Astra Serif:bottom-
left:Войсковая часть 3061\nany:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:уч №{mac-inv-
num}c\nany:normal:12:PT Astra Serif:bottom-left:лист №{CURRENT_PAGE}\nany:normal:12:PT Astra
Serif:bottom-left:{DATE}');
});
</script>

```

Код 3 (продолжение)

3. Далее необходимо внести изменения в конфигурационный файл /etc/cups/cupsd.conf, для этого лучше воспользоваться утилитой cupsctl (рисунок 6):
4. В конфигурационном файле /etc/cups/cupsd.conf с помощью текстового редактора необходимо заменить строки Port 631 и Listen /var/run/cups/cups.sock на Listen 0.0.0.0:631
5. Открыть fly-admin-printer и в настройках принтера указать политику parsec, а также необходимые уровни конфиденциальности для печати под ненулевым уровнем.

Последним этапом настройки сервера печати для работы в домене FreeIPA является настройка клиентских машин.

Разработка дополнительных функций для менеджера печати

Как упоминалось в предыдущих разделах, в качестве оболочки для работы с отправленными на печать документами была выбрана утилита «printcontrol-web». В качестве стилизации страниц был использован фреймворк bootstrap4. Для доступа к базе LDAP необходимо установить библиотеку php7.0-ldap

На первом этапе необходимо создать стартовую страницу с ссылкой на файл printcontrol.php для удобного перехода на страницу управления печатью (код 1).



Рис. 7. Кнопки для вызова модального окна с параметрами маркера

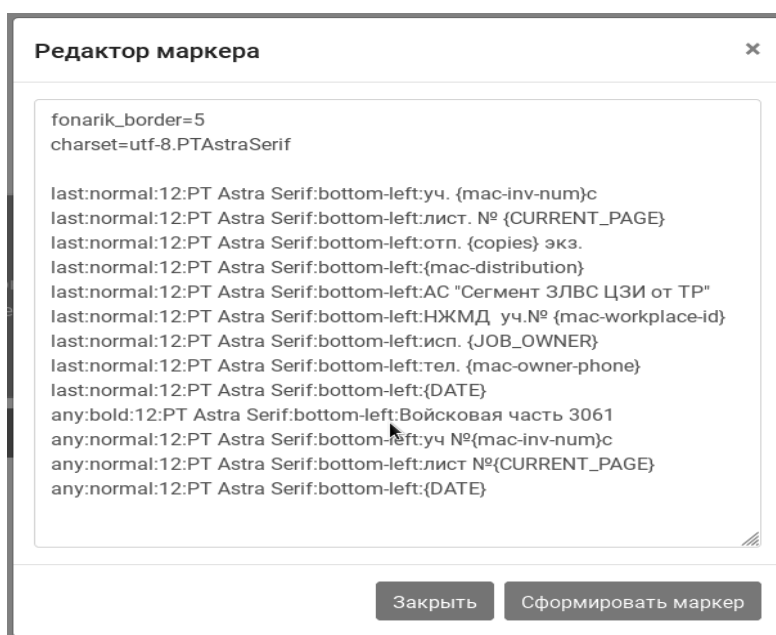


Рис. 8. Модальное окно для редактирования всех страниц

Следующим шагом необходимо предоставить возможность администратору печати изменять параметры маркера находясь в веб приложении. Для этого необходимо добавить кнопку с переходом на страницу редактирования маркеров в тег xml файла printcontrol.xml (код 2).

В файле template.php находятся шаблоны для маркеров и кнопки вызывающие модальные окна для редактирования параметров маркера (рисунок 7 и 8, код 3).

На странице function.php находится функция, которая добавляет отправленные данные в файл /etc/cups/marker.template (код 4).

Следующим этапом является получение данных из базы LDAP. Следует заметить, что атрибута для жесткого дика нет, поэтому был использован атрибут

«userclass». Данный атрибут принадлежит группе информации о хосте. Для реализации данного функционала необходимо добавить фрагмент программного кода в файл printcontrol.php (код 5).

Реализация централизованного аудита печати и маркировки документов

Следующим шагом необходимо обеспечить со всех РСЦ централизованный сбор журналов печати и маркировки документов, а также теневого копий. Монтирование сетевой шары приемлемо осуществить с помощью сервера конфигурации puppet и небольшого скрипта на языке программирования python.

Содержимое манифеста puppet представлено в коде 6:

```

<?php
//Установка кодировок
setlocale(LC_CTYPE,'ru_RU.cp1251');
setlocale(LC_COLLATE,'ru_RU.cp1251');
setlocale(LC_ALL,'ru_RU.UTF-8');
//Изменение файла marker.template
system('echo `escapeshellarg($_POST[marker]).`> /etc/cups/marker.template');
//Редирект на страницу template.php
header("location:http://arm-rsp-01.test.lan/printcontrol/prog/template.php");
?>

```

Код 4

```

putenv("KRB5CCNAME={$_SERVER['KRB5CCNAME']}");
//Получение полного имени администратора печати
$admin_info=posix_getpwuid(posix_geteuid());
$print_admin = $admin_info['gecos'];
.....
$time_at_creation["date"] = date("d.m.Y", $p["time-at-creation"]);
$time_at_creation["time"] = date("H:i:s", $p["time-at-creation"]);
//Получение и добавление в шаблон полного имени пользователя
//отправившего документ на печать
$user_name = $Job->addChild("user-name"); //Получение тега с именем из xml
$user2 = $u[0];
$user_info=posix_getpwnam($user2);
$user_name["name"]=$user_info['gecos']; //Полное имя пользователя
//Подключение к серверу LDAP
$ldapconn=ldap_connect('srv-dc-01.test.lan', 389)
or die ("Некорректен");
ldap_set_option($ldapconn, LDAP_OPT_PROTOCOL_VERSION, 3);
ldap_set_option($ldapconn, LDAP_OPT_REFERRALS, 0);
$ldapbind=ldap_sasl_bind($ldapconn, NULL, NULL, 'GSSAPI', 'TEST.LAN', "", "") or die('Ошибка
подключения'); //Подключение к LDAP с использованием Kerberos
//Получение номера телефона пользователя
$user_phone = $Job->addChild("user-phone"); //Получение тега «Номер телефона» из xml
$us = $u[0];
$uid="uid=".$us;
//Параметры поиска по дереву LDAP
$result=ldap_search($ldapconn,"dc=test, dc=lan",$uid)
or die ("Некорректен");
$info=ldap_get_entries($ldapconn, $result);
$user_phone["name"]=$info[1][telephonenumber][0];
//Получение номера жесткого диска с хоста, откуда была отправлена печать
$host = $Job->addChild("host");
$hostjob=exec('lptr -j '.$p["job-id"].' -q job-originating-host-name'); //Получаем ip адрес хоста
$hoststring=substr($hostjob,26); //обрезаем строку и получаем чистый ip адрес
$hos=gethostbyaddr($hoststring); //Узнаем имя хоста при существующей зоне обратного просмотра
$uid="cn=".$hos; Название контейнера хоста
$result=ldap_search($ldapconn,"dc=test, dc=lan",$uid)
or die ("Некорректен"); //Поиск по дереву базы LDAP
$info=ldap_get_entries($ldapconn, $result);
$host["name"]=$info[0][userclass][0]; //добавляем номер жесткого диска в шаблон

```

Код 5

```

#Создание файла с паролем для доступа к административному ресурсу
file {'/root/user.txt':
  ensure => 'present',
  replace => 'no',
  content => "username=administrator\npassword=Gthbvtnh2019\n",
  mode => '0644',
}
#Перенос скрипта для изменения настроек fstab
file {'/tmp/fstab.py':
  ensure => 'file',
  mode => '744',
  owner => 0,
  source => 'http://srv-repo-01/config/fstab.py',
}
#Запуск скрипта
exec {'generate the conf':
  command => '/tmp/fstab.py',
  cwd => '/tmp/',
  user => 'root',
}

```

Код 6

```

#!/usr/bin/python3.5
import subprocess
import socket

host = socket.gethostname() # Получение имени сервера печати
word = "//srv-shadow-cups-01.secret.eip/shadow_copies/" + host + "/var/spool/cups/parsec/ cifs
rw,auto,credentials=/root/user.txt,rw,noperm 0 0\n"
inp = iter(open('/etc/fstab').readlines()) # Чтение содержимого файла fstab
#Проверка всех строк на отсутствие строки с административным ресурсом
for i in inp:
  if word in i:
    a = 0
  else:
    a = 1
  if a == 1:
    #Добавление строки при отсутствии в файле
    with open('/etc/fstab', 'a') as file:
      file.write(word)
    file.close()
subprocess.run(["mount", "-a"])#Выполнение монтирования

```

Код 7

После применения конфигурации puppet, на серверах печати запустится скрипт, который произведёт монтирование директории с именем сервера печати в «/var/spool/cups/parsec». Содержимое скрипта fstab.py представлено в коде 7.

Заключение

Таким образом, данное исследование установило, что наиболее приемлемым средством защиты для гибкого проектирования системы защищенной печати

документов в подразделении является ОС Astra linux SE. Данная ОС позволит разработать дополнительные модули и вести строгий аудит за отпечатанными документами. Механизм системы печати ОС Astra linux SE реализован на основе службы «CUPS», который используется в большинстве дистрибутивов linux и позволяет получать подробную информацию о процессе печати и об участвующих в нем субъектах (пользователях).

Спроектированный в данной статье метод позволит вести строгий контроль печати документов. Данный метод позволяет задерживать документы отправленные, на печать и направлять их администратору печати, хранить все данные о пользователе в доменной базе сервера LDAP и получать необходимую информацию автоматически. Это решение достигнуто благодаря ис-

пользованию библиотеки «php7.0-ldap», которая позволяет производить подключение к серверу LDAP (в рамках данной статьи — это FreeIPA) и получать информацию о всех разрешенных объектах базы. Дополнительно был разработан функционал редактирования маркеров документа в приложении printcontrol-web. Сбор всех журналов маркировки, путем монтирования административного сетевого ресурса, позволит администраторам безопасности вести аудит за каждым отпечатанным документом без необходимости опрашивать сервера печати по отдельности. Это решение было реализовано с помощью сервера управления конфигурациями «puppet» и скриптов на языке программирования python. Журналы печати и маркировки, а также теневые копии хранятся в каталоге /var/spool/cups/, именно в этот каталог и было произведено монтирование сетевого ресурса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирпичников М.Р. Механизмы защиты КСЗИ на примере Secret Net Studio // Молодежная научная школа кафедры «Защищенные системы связи». 2020. Т. 1. № 1 (1). С. 35–38.
2. Операционная система специального назначения «ASTRA LINUX SPECIAL EDITION» Руководство администратора. Часть 1. 2018. — 319 с.
3. Операционная система специального назначения «ASTRA LINUX SPECIAL EDITION» Руководство по КСЗ. Часть 1. РУСБ. 2018. — 172 с.
4. Средство защиты информации Secret Net Studio — С. Руководство администратор. Настройка и эксплуатация. Локальная защита. RU.88338853.501400.002 91 5, 2019. — 159 с.
5. Руководство по эксплуатации КЗИ НСД Dallas Lock 8.0 RU.48957919.501410–02 92, 2017. — 356 с.
6. Руководящий документ. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации. Утверждено решением председателя Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации от 30 марта 1992 г.
7. <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-po-sertifikatsii/153-sistema-sertifikatsii/591-gosudarstvennyj-reestr-sertifitsirovannykh-sredstv-zashchity-informatsii-n-ross-ru-0001-01bi00> Реестр КЗИ ФСТЭК России.
8. Некрасова, Е. Российская операционная система для критической информационной инфраструктуры: новая версия ОС «Альт 8 СП» [Текст] / Е. Некрасова // БИТ. Бизнес & Информационные технологии. / Издательский дом «Положевец и партнеры». — Москва, 2021. — Вып. 1(104). — С. 40–42.
9. Дорохин Р.А. Анализ особенностей системы защиты операционной системы Astra Linux 1.6 SE / Дорохин Р.А., Безродных О.А., Смирнов С.Н., Майстренко В.А. // Динамика сложных систем — XXI век. 2021. Т. 15. № 1. С. 38–47.
10. <https://wiki.astralinux.ru>

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДОБРАБОТКИ И СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ COVID-19 ПО РЕНТГЕНОВСКИМ СНИМКАМ

FEATURES OF IMAGE PREPROCESSING AND SEGMENTATION IN THE TASK DETECTION OF COVID-19 BY X-RAYS

**R. Dumaev
I. Kiryakov
S. Molodyakov**

Summary. Pulmonary turbidity is an inflammation in the lungs caused by many respiratory diseases, including the novel coronavirus disease COVID-19. A chest x-ray with such opacities makes areas of the lung invisible, making it difficult to automatically analyze images on them. This paper discusses the methods of preprocessing and segmentation of the lungs in the framework of the task of detecting COVID-19 and other diseases from x-rays. The CNN network for segmentation of the lung region with extreme deviations, methods of data processing and augmentation are presented.

Keywords: lung segmentation, COVID-19, convolutional neural networks, machine learning, diagnosis of pneumonia, image recognition.

Думаев Ринат Ильгизович

Магистрант, Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого
dumaevrinat@gmail.com

Киряков Иван Михайлович

Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого
kiryakov.i@edu.spbstu.ru

Молодяков Сергей Александрович

Д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого
molodyakov_sa@spbstu.ru

Аннотация. Легочное помутнение — это воспаление в легких, вызванное многими респираторными заболеваниями, включая новую коронавирусную болезнь COVID-19. Рентген грудной клетки с такими помутнениями делает участки легких незаметными, что затрудняет автоматический анализ изображений на них. Рассматриваются методы предобработки и сегментации легких в рамках задачи обнаружения COVID-19 и других заболеваний по рентгеновским снимкам. Представляется CNN сеть для сегментации области легких с экстремальными отклонениями, методы обработки и аугментации данных.

Ключевые слова: сегментация легких, COVID-19, сверточные нейронные сети, машинное обучение, диагностика пневмонии, распознавание изображений.

Введение

Диагностика легочных заболеваний занимает важную роль в медицине. Особенно она актуальна для городов с неблагоприятным состоянием окружающей среды, в которых люди подвержены повышенным рискам заболеваемости таким болезням как пневмония, туберкулез, рак легких, и также новой коронавирусной инфекции COVID-19. В связи с этим возникает необходимость в регулярном обследовании состояния легких для обнаружения заболевания и назначения лечения, прежде чем болезнь усугубит здоровье человека.

Наиболее доступный и простой способ предварительной диагностики легких на наличие заболевания с технической точки зрения — это рентгенография. Она широко распространена по всему миру и является самым приоритетным исследованием в медицинской практике.

Анализ и выявление признаков заболевания по рентгеновским снимкам является весьма сложной задачей, требующей участия высококвалифицированного специалиста. Основная сложность задачи заключается, в качестве изображений и наличии различного рода ложных помутнений, такие как засвеченное изображение, наличие посторонних предметов и т.д. Также дополнительные трудности возникают из-за наличия на снимках естественных анатомических структур, которые скрывают признаки болезни, к ним можно отнести, например, кости.

В данной работе представлено решение задачи определения заболевания легких в рамках задачи обнаружения COVID-19. Основное внимание уделено вопросам предварительного улучшения качества кадров и сегментации легких на изображениях.

Рассмотрение известных решений сегментации легких на рентгенографических изображениях

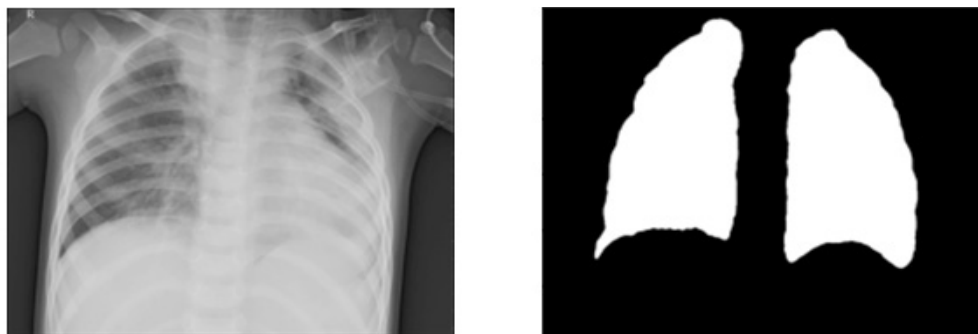


Рис. 1. Пример снимка легких и его бинарной маски

Сегментация легких на рентгеновских снимках позволяет на следующей стадии значительно повысить точность обнаружения аномалий. В работах [1–3] представлено применение и исследование эффективности применения методов сегментации легких. Основными методами являются atlas-based сегментация и сегментация на основе нейронных сетей.

Алгоритм atlas-based [3] состоит в следующем: для сегментируемого изображения вычисляется вектор признаков — массив чисел, представляющий собой суммы значений пикселей по каждой строке, столбцу и разделенные на количество пикселей на изображении. Далее выбирается пять изображений из атласа с наименьшим корреляционным расстоянием между собственными векторами и вектором признаков сегментируемого изображения. Далее находятся нежесткие (повороты, сдвиг, масштабирование) преобразования, трансформирующие изображения из атласа в исходное. Затем строится искомая «маска» изображения, как среднее между «масками» легких изображений из атласа, к которым применили найденные соответствующие преобразования.

Этот алгоритм довольно точный, но при его использовании на изображениях из другого набора данных могут возникнуть значительные погрешности в сегментации. Также такой алгоритм сегментации является довольно медленным — требуется около одной секунды на обработку одного изображения.

Более широко для сегментации применяют сверточные нейронные сети с архитектурами: AlexNet [4] и U-Net [5] и др.

AlexNet является довольно простой нейронной сетью. Так как AlexNet создана для классификации изображений, то она требует адаптации, а именно замены полно-связных слоев на сверточные и обратно-сверточные слои с таким же количеством выходных каналов, как и в оригинальных полносвязных слоях. Это

позволило сети вместо того, чтобы классифицировать изображения, определять принадлежность пикселей к легким.

U-Net — это архитектура полной сверточной нейронной сети, которая была разработана для сегментации биомедицинских изображений. Сеть содержит 23 сверточных слоя и разделена на две части: «сжимающий путь» и «расширяющий путь». «Сжимающий путь» является типичной сверточной нейронной сетью. «Расширяющий путь» содержит слои обратные сверточным и на каждом этапе признаки, полученные после расширения, объединяются с соответствующей картой признаков из «сжимающего пути».

Для распознавания болезни кроме сегментации легких важным элементом в алгоритмах является предварительная обработка снимков.

Реализация задачи сегментации легких с предварительной обработкой рентгеновских снимков

Рассмотрим разработанное решение сегментации легких с помощью U-Net и с технологией предварительной обработки рентгеновских снимков.

Набор данных

Для обучения нейронной сети и разработки алгоритма использовался набор данных, который состоит из снимков легких и бинарных масок легких [6]. Датасет содержит 6500 изображений рентгеновских снимков грудной клетки с многоугольными сегментами легких на уровне пикселей. Маски представлены в формате COCO JSON. На рис. 1 показан пример из набора данных, содержащий рентгеновский снимок легких и бинарную маску.

Сегментация легких в этом наборе данных включает большую часть сердца, выявляя помутнение легких за сердцем, что может иметь значение для выявления



Рис. 2. Обработка изображений для обученной модели

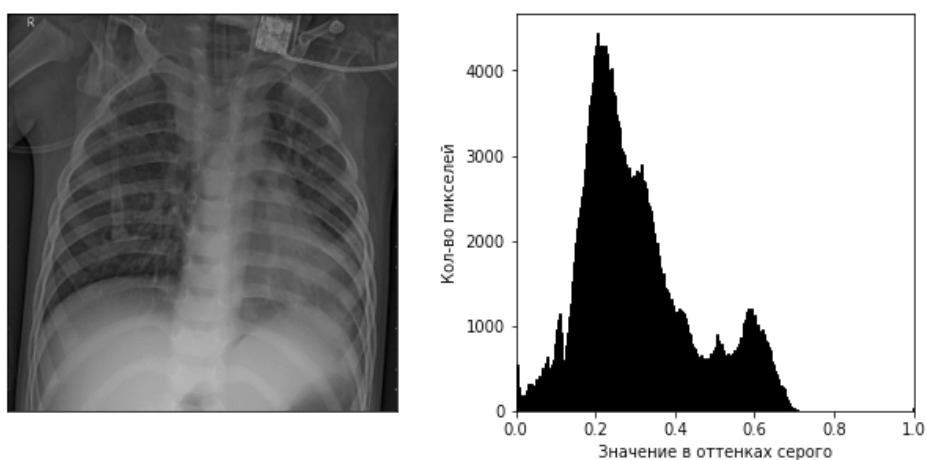


Рис. 3. Снимок и его гистограмма до применения CLAHE

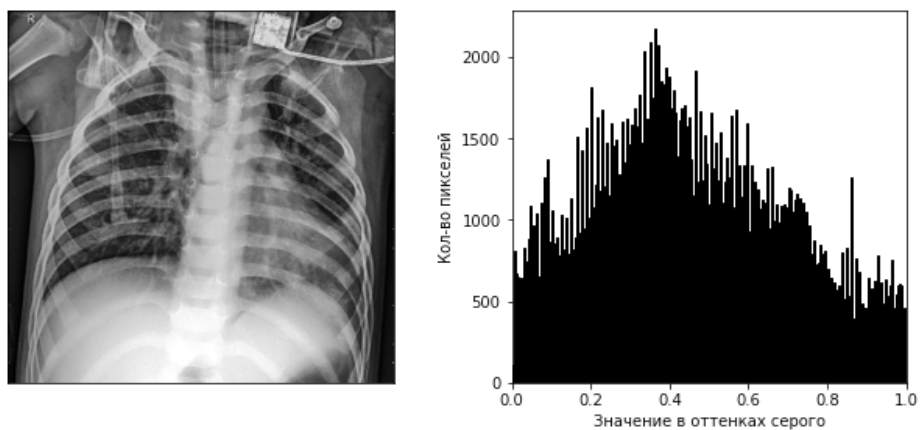


Рис. 4. Снимок и его гистограмма после применения CLAHE

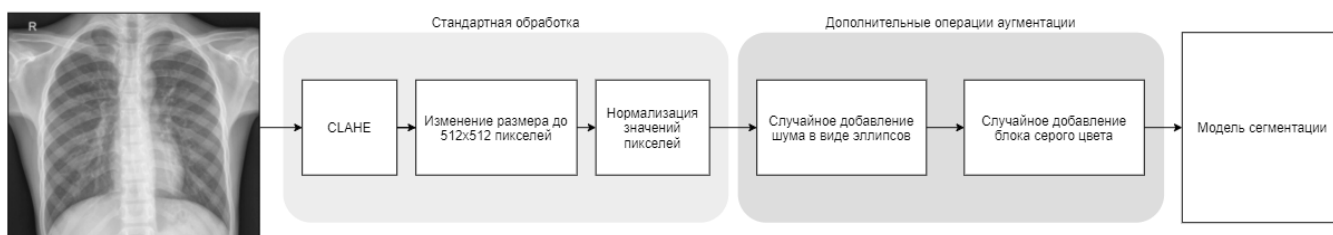


Рис. 5. Предобработка для обучения модели

пневмонии или COVID-19. Самая нижняя часть легких определяется размерами диафрагмы, где она видна. Если задняя часть легких отчетливо видна через диафрагму, она также включается до самой нижней и наиболее видимой части легких.

Предварительная обработка изображений

Предварительная обработка изображений играет важную роль в сегментации легких в связи с тем, что некоторые снимки для различных заболеваний имеют помутнения. Модели, обученные на наборах данных (многие из которых содержат большую часть снимков легких без заболеваний) без предобработки изображений, могут оказаться неспособны сегментировать аномальные снимки с помутнениями [7].

Для решения этой проблемы и имитации рентгенограмм, полученных при критическом состоянии пациентов, был разработан алгоритм предобработки изображений. Предобработку снимков можно разделить на два вида:

- ◆ Операции, с помощью которых будут обрабатываться снимки для получения масок от уже обученной модели. Она является упрощенной по отношению ко второму виду, так как для получения бинарной маски нам не нужно имитировать помутнение легкого и другие последствия, вызванные респираторными заболеваниями и COVID-19.
- ◆ Предобработка изображений для обучения модели сегментации, которая включает не только стандартную обработку, но и другие техники аугментации, которые будут описаны далее.

Предобработка снимков для обученной модели

Схема обработки рентгеновских снимков, для которых будут получены маски от обученной модели, изображена на рис. 2.

Рассмотрим основные шаги, которые были реализованы в данном алгоритме.

Адаптивная коррекция гистограммы с ограниченной контрастностью (CLAHE). Суть обычного метода выравнивания гистограммы заключается в преобразовании заданного распределения интенсивности изображения в равномерное распределение интенсивности. При таком подходе увеличивается глобальный контраст изображений, но недостатком является то, что может увеличиться контраст фонового шума при уменьшении контраста «полезных» областей изображения.

Поэтому вместо обычного метода используется адаптивная коррекция, которая вычисляет несколько гистограмм для отдельных участков изображения и использует их для перераспределения значений оттенков серого. У этого метода также имеется недостаток в виде увеличения шума в достаточно однородных частях снимка.

Для предотвращения этого эффекта используется метод адаптивной коррекции с ограничением контраста, в котором усиление контраста ограничено за счет равномерного перераспределения части гистограммы, превышающей предел отсечения, по всей гистограмме.

На рис. 3 показан снимок легких и его гистограмма до применения метода адаптивной коррекции с ограничением контраста. На рис. 4 показан снимок и его гистограмма после применения метода CLAHE.

Можно заметить, что распределение значений оттенков серого стало более равномерным, а изображение стало более контрастным с увеличением количества деталей на нем. Таким образом, снимки легких с хорошим контрастом после обработки методом CLAHE почти не изменяются, а рентгенограммы, контрастность которых невелика, улучшаются.

Изменение размера снимка. Следующим шагом идет изменение размера снимка. Оптимальным размером рентгенограмм является 512×512 пикселей. При этом не теряются детали изображения и время, которое затрачивается на обучение модели, является приемлемым.

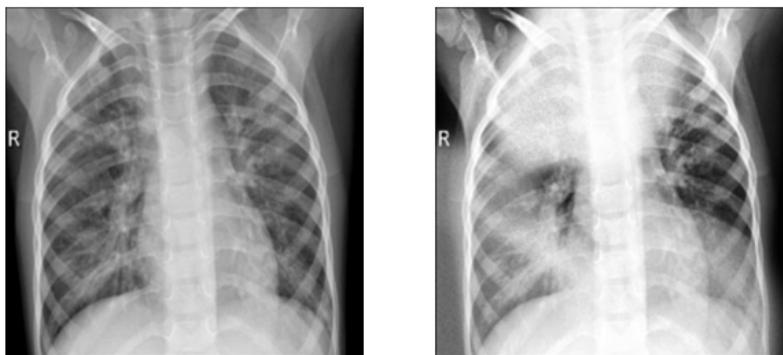


Рис. 6. Снимок до и после добавления шума

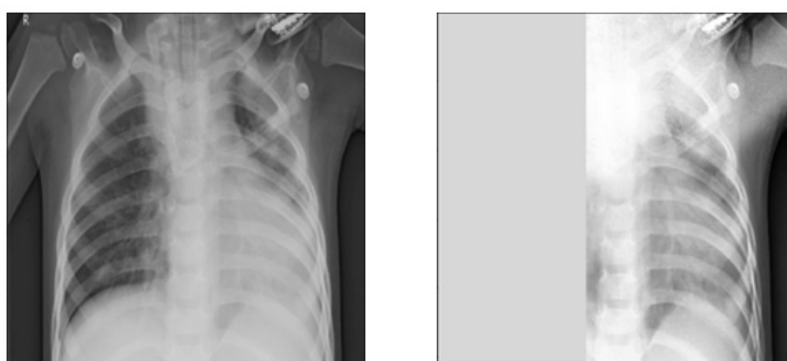


Рис. 7. Снимок до и после добавления блока

Нормализация значений пикселей. Значения всех пикселей нормализуются в диапазоне от 0 до 1 для правильного обучения модели.

Предобработка для обучения модели

Алгоритм предобработки, разработанный для обучения модели, является расширением предыдущего алгоритма. Для понимания на рис. 5 представлена схема данного алгоритма.

К стандартной обработке, состоящей из шагов метода адаптивной коррекции с ограничением контраста, изменения размеров и нормализации пикселей, был добавлен модуль дополнительных операций аугментации.

Случайное добавление шума в виде эллипсов. Целью данной операции является имитация аномальных снимков с помутнениями. Генерируются эллипсы с заданными параметрами, такие как ширина и высота, угол наклона и цвет. Данные значения задаются некоторым диапазоном и при добавлении эллипса выбираются случайным образом. Далее для эллипсов добавляется размытие и случайный шум. На рис. 6 показан результат выполнения данной операции.

Случайное добавление блока. Целью данной операции является имитация крайнего помутнения, когда либо целые легкие, либо большая их часть отсутствуют из-за помутнения. Эта операция похожа на класс методов случайного стирания, которые оказались полезными в других задачах анализа изображений. Из заданного диапазона случайно выбирается ширина и сторона изображения, на которую будет добавлен блок. Результат применения данной операции показан на рис. 7.

Постобработка изображений

Для предотвращения на выходных масках модели некоторых артефактов (небольшие отверстия на легких, ложные срабатывания) была реализована постобработка, основанная на морфологических операциях [8, 9] — операции, основанные на форме изображения, которые обычно выполняются с двоичными изображениями, что в нашем случае является бинарная маска легких.

Существуют два основных морфологических оператора: эрозия и расширение. При эрозии все пиксели около границы отбрасываются в зависимости от размера ядра, которое применяется. Таким образом уменьша-



Рис. 8. Применение размыкания и замыкания

ется толщина или размер белой области изображения. Операция расширения является противоположностью эрозии. При расширении увеличивается белая область изображения.

Но для обработки бинарных масок, предсказанных моделью, данные операции в чистом виде не подходят, так как они изменяют размер объекта, что в нашем случае является маской легкого. Для предотвращения данного эффекта применяются дополнительные морфологические операции: размыкание и замыкание.

Операция размыкания заключается в применении сначала операции эрозии, а затем расширения. За счет эрозии мы убираем все мелкие объекты и шум на снимке, а уменьшенная маска легкого расширяется с помощью операции расширения. Так как шум исчез, то он больше не вернется, а площадь маски легкого вернется в прежнее состояние. На рис. 8 (слева) показана маска легкого до и после применения операции размыкания.

Операция замыкания является противоположной операции размыкания, и суть заключается в последовательном применении операций расширения и эрозии. За счет начального применения расширения отверстия в бинарной маске легкого удаляются, но сама маска увеличивается. Операция эрозии возвращает площадь маски в прежнее состояние. На рис. 8 (справа) показана маска легкого до и после применения операции замыкания.

Архитектура нейронной сети

Для сегментации легких на рентгенограммах грудной клетки была выбрана сверточная нейронная сеть U-Net [5]. Конструирующий путь состоит из нескольких участков сверток с фильтрами размером 3 на 3 и функцией активации ReLU и слоев Max Pooling. Это стягивающий путь для захвата контекста, который представляет рентгеновский снимок, полученный на входе модели, в виде векторного представления в более сжатом про-

странстве. Он выучивает эти признаки и находит наиболее существенные.

Далее идет симметричный расширяющийся путь, который пытается декодировать карту признаков и осуществить точную локализацию. Ключевым компонентом этой архитектуры является операция, связывающая вместе первый и второй пути. Эта связь позволяет сети получать информацию от конструирующего пути, тем самым генерируя максимально приближенную маску сегментации.

Обучение модели

Для обучения и оценки точности модели была введена функция потерь в виде коэффициента Дайса, который показывает меру сходства (отношение площади пересечения к площади объединения).

$$\text{Dice}(A, B) = 2TP / (2TP + FP + FN), (1)$$

где A и B — множества; TP — true positive: классификатор верно отнёс объект к рассматриваемому классу; TN — true negative: классификатор верно утверждает, что объект не принадлежит к рассматриваемому классу; FP — false positive: классификатор неверно отнёс объект к рассматриваемому классу; FN — false negative: классификатор неверно утверждает, что объект не принадлежит к рассматриваемому классу.

Коэффициент Дайса — одинаково взвешиваем ошибку первого рода и ошибку второго рода. Так как площади объекта (легкие) и фона примерно одинаковы, то нам не нужно по-разному взвешивать ошибки первого и второго рода.

В качестве оптимизатора был использован оптимизатор Adam из-за его высокой скорости сходимости по сравнению с другими оптимизаторами. Для увеличения скорости обучения снимки отправлялись в пакетах из 8 изображений. Во время обучения все изображения

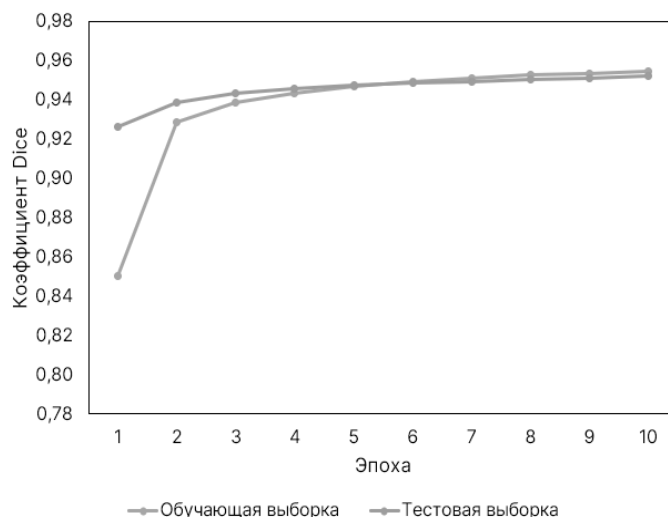


Рис. 9. Результаты обучения модели сегментации

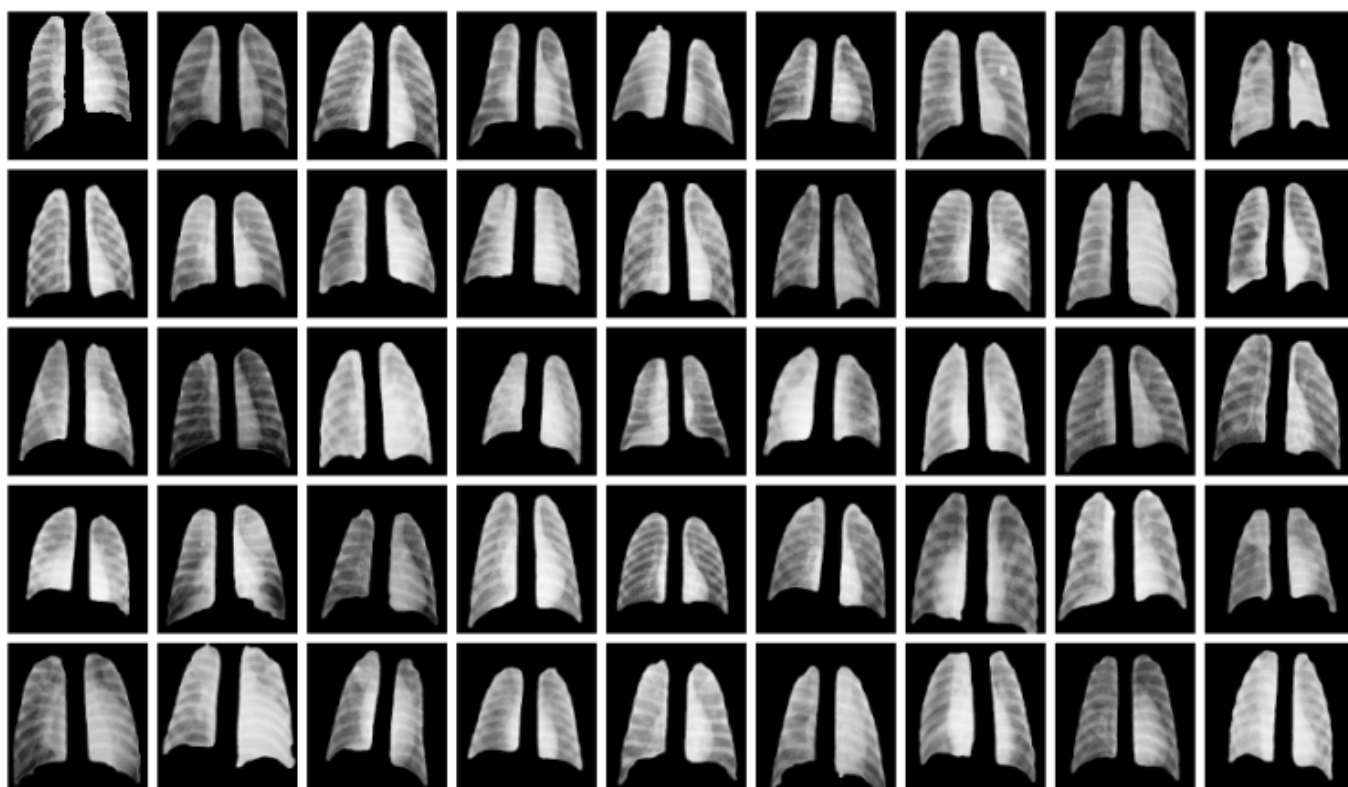


Рис. 10. Результаты сегментации снимков

проходили предварительную обработку, которая была описана выше.

Для обучения выборка данных была разделена на две части: тренировочная, состоящая из 5756 изображений, и тестовая, состоящая из 640 изображений.

Тестирование и результаты

Обучение модели для сегментации легких происходило с помощью Google Colaboratory и заняло 10 эпох, причем длительность одной эпохи составила в сред-

нем 765 секунд. Результаты для каждой эпохи представлены на рис. 9.

После 10 эпох было получено значение коэффициента Dice, равное 0.951 для тестовой выборки. То есть предсказанные области и области, которые были представлены в тестовой выборке, пересеклись на 95.1%. На рис. 10 представлены результаты сегментации снимков легких, полученные в программе.

Заключение

Существует множество опубликованных алгоритмов и программных платформ, способных сегментировать область легких. Однако почти все они были оценены только на рентгенограммах грудной клетки, где в легких обнаружены минимальные патологические состояния

или их отсутствие. Сегментация нормальных, здоровых легких может быть довольно простой, поскольку черные пиксели полей легких можно легко отделить от белых пикселей областей легкого [10]. Эта задача становится сложной при сегментации легких на рентгеновских снимках грудной клетки тяжелобольных пациентов, у которых диагностировано заболевание легких или которые находятся в тяжелом состоянии.

Разработан алгоритм сегментации легких, который будет хорошо работать как с общедоступными наборами данных, так и с данными, полученными в больницах и стационарах от пациентов в критическом состоянии. Продемонстрировано, что алгоритм на основе нескольких операций обработки и сверточной нейронной сети способен точно сегментировать легкие на основе рентгеновских снимков грудной клетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gordienko Yu., Gang P., Hui J. et al. Deep Learning with Lung Segmentation and Bone Shadow Exclusion Techniques for Chest X-Ray Analysis of Lung Cancer // ArXiv. — 2017. arxiv.org/abs/1712.07632.
2. Арбузова А.А. Диагностика пневмонии по рентгеновским изображениям с использованием сверточных нейронных сетей // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. — № 2. — С. 107–114. doi:10.21685/2227–8486–2021–2–7
3. Candemir S., Jaeger S., Palaniappan K. et. al. Lung segmentation in chest radiographs using anatomical atlases with nonrigid registration // IEEE Transactions on Medical Imaging. 2014. — Vol.33. — № 2. — P. 577–590.
4. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // Communications of the ACM. 2017. — Vol.60. — № 6. — P. 84–90. doi.org/10.1145/3065386
5. O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation" 2015, arXiv: 1505.04597.
6. COVID-19 Chest X-Ray Dataset [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/v7labs/covid-19-xray-dataset> (Дата обращения: 23.01.2021).
7. Mansoor A, Bagci U, Foster B, Xu Z, Papadakis GZ, Folio LR, Udupa JK, Mollura DJ. Segmentation and image analysis of abnormal lungs at CT: current approaches, challenges, and future trends. // RadioGraphics. 2015. — Vol.35. — № 4. — P. 1056–1076.
8. Молодяков С.А. Применение функций OpenCV в компьютерном зрении (60 примеров на Python). СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. — 2022. — 296 с. doi: 10.18720/SPBPU/2/i22–45
9. Shelhamer E., Long J., Darrell T. Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2017. — Vol.39. — № 4. — P. 640–651. doi: 10.1109/TPAMI.2016.2572683.
10. Sluimer I, Prokop M, Van Ginneken B. Toward automated segmentation of the pathological lung in CT // IEEE Trans Med Imaging. 2005. — Vol.24. — № 8. — P. 1025–1038. doi: 10.1109/TMI.2005.851757

© Думаев Ринат Ильгизович (dumaevrinat@gmail.com),

Киряков Иван Михайлович (kiryakov.i@edu.spbstu.ru), Молодяков Сергей Александрович (molodyakov_sa@spbstu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА R

CLASSIFICATION OF MEDICAL RESEARCH DATA WITH R

**S. Kasyuk
G. Didenko
O. Stepanova**

Summary. The article considers modern technologies of data classification in medical research. Support vector machines, classification of numerical and categorical data in neural networks, and classification trees are described. Appropriate functions of R language are considered. Examples of data classification for breast cancer data sets are given.

Keywords: medical research, data classification, support vector machine, neural networks, classification trees, R language.

Касюк Сергей Тимурович

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский
государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской
Федерации (г. Челябинск)
sergey.kasyuk@gmail.com

Диденко Галина Александровна

К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский
государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской
Федерации (г. Челябинск)
pda80@mail.ru

Степанова Оксана Александровна

К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский
государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской
Федерации (г. Челябинск)
okalst@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные технологии классификации данных медицинских исследований. Описываются метод опорных векторов, классификация числовых и категориальных данных в нейронных сетях и деревья решений. Даются соответствующие функции языка R. Приводятся примеры классификации пациенток с раком молочной железы, решенные средствами языка R.

Ключевые слова: медицинские исследования, классификация данных, метод опорных векторов, нейронные сети, деревья решений, язык R.

1. Введение

Данная статья продолжает публикацию [1], посвященную анализу данных пациенток с раком молочной железы, размещенных в онлайн репозитории машинного обучения The UCI Machine Learning Repository.

Цель статьи

Дать обзор актуальных методов классификации данных с использованием статистического языка программирования R.

Классификация данных медицинских исследований является важной задачей диагностики, в ходе которой по результатам измерения различных параметров пациента принимается решение о необходимом лечении.

В статье приводятся такие технологии классификации, относящиеся к машинному обучению, как метод опорных векторов, нейронные сети и деревья решений с алгоритмом CART.

Для всех приведенных примеров данные были разбиты на *обучающую (train)* и *тестовую (test)* выборки в пропорциях 80% и 20% соответственно. Классификационные модели строились на *обучающих выборках*, а кросс-проверка — на *тестовых*. При обработке на языке R данные предварительно очищались от пропусков с помощью функции *na.omit*.

2. Классификация данных с использованием метода опорных векторов

Метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM), как технология машинного обучения,

использует набор контролируемых методов обучения. В основе SVM лежит нахождение гиперплоскости в n -мерном пространстве признаков, разделяющую наблюдения на классы. Алгоритм SVM максимизирует *отступ* между гиперплоскостью и объектами классов, которые находятся ближе всего к гиперплоскости. Такие объекты называют *опорными векторами*.

Для построения SVM используют следующую математическую модель *двойственной задачи* квадратичного программирования [2]:

$$\begin{cases} L(\lambda) = -\sum_{i=1}^l \lambda_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l \lambda_i \lambda_j y_i y_j K(x_i, x_j) \rightarrow \min_{\lambda}, \\ \sum_{i=1}^l \lambda_i y_i = 0, \quad 0 \leq \lambda_i \leq C, \end{cases}$$

где $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_l)$ — вектор множителей Лагранжа; $x = (x_1, \dots, x_n)$ — признаковое описание объекта; $y_i \in \{-1, 1\}$ — классы объектов; $K(x_i, x_j)$ — нелинейная функция ядра; C — коэффициент регуляризации.

Решая двойственную задачу, получим *алгоритм SVM* [2]:

$$\begin{cases} a(x) = \text{sign}\left(\sum_{i=1}^l \lambda_i y_i K(x, x_i) - w_0\right), \\ w = \sum_{i=1}^l \lambda_i y_i x_i, \quad w_0 = \langle w, x_i \rangle - y_i, \quad \lambda_i > 0, \end{cases}$$

где вектор $w = (w_1, \dots, w_n) \in R^n$ и скалярный порог $w_0 \in R$ — параметры алгоритма. Классификатор $a(x)$ зависит только от *опорных векторов*.

Для создания *нелинейного классификатора* используют полиномиальную, сигмоидальную и радиальную базисную функции ядра. Например, ядро для радиальной базисной функции следующее:

$$K(x, x') = \exp(-\gamma \|x - x'\|^2),$$

где γ — параметр, регулирующий ширину ядра.

Пример классификации пациенток с раком молочной железы [3]

Университетский госпитальный центр г. Коимбры (Португалия) предоставил данные о 64 пациентках с раком молочной железы и 52 здоровых женщинах. В файле dataR2.csv* содержатся следующие параметры:

1. *Age* — возраст;
2. *BMI* — индекс массы тела, кг/м²;
3. *Glucose* — содержание сахара в крови, мг/дл;

4. *Insulin* — инсулин, мЕд/л;
5. *HOMA* — индекс HOMA;
6. *Leptin* — лептин, нг/мл;
7. *Adiponectin* — адипонектин, мг/мл;
8. *Resistin* — резистин, нг/мл;
9. *MCP.1* — моноцитарный хемоаттрактантный белок 1, пг/дл;
10. *Classification* — классификационные метки (1 — здоровые; 2 — онкобольные).

Предварительно произведем разбиение данных на *обучающую* и *тестовую* выборки. Затем, используя алгоритм SVM, построим на данных *обучающей выборки* нелинейный классификатор с *радиальной базисной функцией*. Для функции *svm* из пакета *e1071* зададим следующие параметры: коэффициент регуляции *cost*, равный -1; коэффициент *gamma* для функции ядра, равный 0.5; коэффициент *epsilon* для нечувствительной функции потерь, равный 0.1. После этого, используя функцию *predict*, определим классы наблюдений из *тестовой выборки*, построим матрицу ошибок и рассчитаем статистики. Результаты классификации визуализируем с использованием ROC-кривой.

Решение задачи на языке R

```
> BCancer <- read.table("C:/Data/dataR2.csv",
header = TRUE, sep = ",")
> set.seed(1000)
> indexes <- createDataPartition(BCancer$Classification,
p = 0.8, list = FALSE)
> train <- BCancer[indexes,]
> test <- BCancer[-indexes,]
> library(e1071)
> classifier <- svm(Classification ~ ., data = train,
type = 'C-classification',
kernel = 'radial', cost = 1,
gamma = 0.5, epsilon = 0.1)
> predictor <- predict(classifier, newdata = test[-10])
> cm <- confusionMatrix(as.factor(predictor),
as.factor(test$Classification))
> print(cm)
> library(pROC)
> pROC_obj <- roc(test$Classification, as.numeric(y_
pred),
smoothed = TRUE, ci = TRUE, ci.alpha = 0.95,
stratified = FALSE, plot = TRUE,
auc.polygon = TRUE, max.auc.polygon = TRUE,
grid = TRUE, print.auc = TRUE,
show.thres = TRUE)
> sens.ci <- ci.se(pROC_obj)
> plot(sens.ci, type = "shape", col = "lightblue")
> plot(sens.ci, type = "bars")
Confusion Matrix and Statistics
```

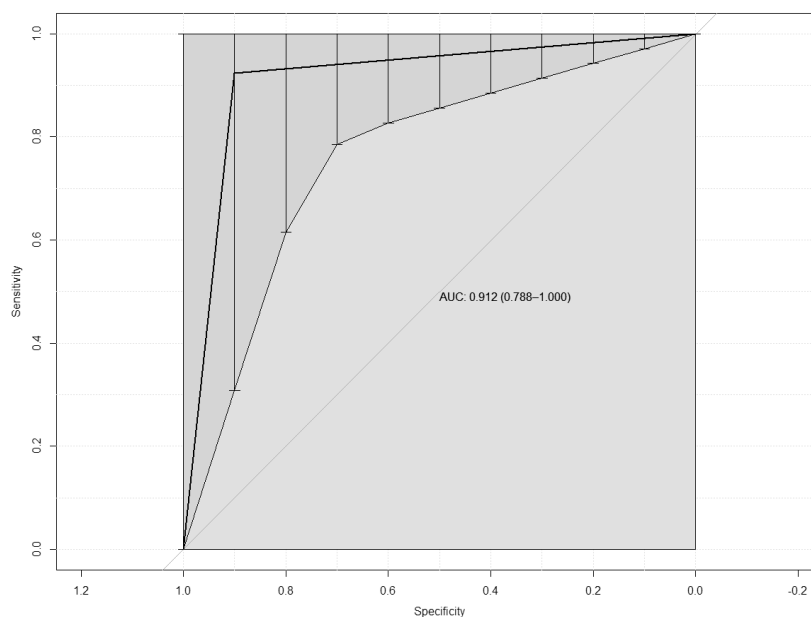


Рис. 1. ROC-кривая для данных тестовой выборки

Reference

Prediction 1 2

1 9 1

2 1 12

Accuracy: 0.913

95% CI: (0.7196, 0.9893)

No Information Rate: 0.5652

P-Value [Acc > NIR]: 0.0003367

Кappa: 0.8231

McNemar's Test P-Value: 1.0000000

Sensitivity: 0.9000

Specificity: 0.9231

Pos Pred Value: 0.9000

Neg Pred Value: 0.9231

Prevalence: 0.4348

Detection Rate: 0.3913

Detection Prevalence: 0.4348

Balanced Accuracy: 0.9115

'Positive' Class: 1

Построенная ROC-кривая, оценивающая качество бинарной классификации, представлена на рис. 1. Расчетное значение AUC равно 0,912; 95% доверительный интервал для AUC — [0,778; 1,000].

Алгоритм SVM показал точность классификации 91,3% на *тестовой выборке* из 23 наблюдений. Количество ошибок классификации — 2. Расчетное значение чувствительности составляет 0,9. Проверка по критерию МакНемара *наблюдаемых* и *предсказанных частот* дала уровень значимости $p = 1.0000$, что подтверждает *нулевую гипотезу* и позволяет прийти к вы-

воду о несущественности различий в частотах между наблюдаемыми и классифицированными данными.

Для сравнения, португальские исследователи М. Патрисио, Дж. Перейра, Дж. Крисостомо и др. в своей работе по классификации рассматриваемых данных с использованием алгоритма *SVM* [4] приводят информацию о полученных значениях чувствительности от 0,82 до 0,88 и 95% доверительном интервале для AUC , составляющим [0,87; 0,91].

3. Классификация данных с использованием нейронных сетей

Классификация данных является типовой задачей, решаемой в нейронных сетях. В общем случае обученная нейронная сеть рассчитывает вероятность принадлежности наблюдений к одному из классов [5].

Классификация осуществляется в сетях различного типа, однако базовой архитектурой здесь является многослойный перцептрон (Multilayer Perceptron, MLP) с сигмоидной функцией активации нейронов. На входные нейроны MLP поступают значения вектора признаков объекта, затем эти значения распространяются на нейроны первого скрытого слоя, и тем самым изменяется размерность задачи. Дальнейшие слои делят объекты на классы в пространстве признаков более высокой размерности, чем исходное. Таким образом, подобрав количество нейронов на скрытых слоях и их функции активации, а затем настроив веса нейронов путем обучения, можно выполнить качественную классификацию данных.

В языке R нейронные сети реализованы в различных пакетах. Например, пакет *neuralnet* [6] содержит сети, работающие с номинальными выходными переменными.

Пример классификации пациенток с раком молочной железы [7]

Клинический научный центр университета Висконсина (США) предоставил данные пациенток с раком молочной железы. В файле *breast-cancer-wisconsin.data** содержатся результаты биопсии с 9 ранговыми характеристиками новообразований для 1251 пациентки:

1. *ID number* — идентификационный номер;
2. *Clump Thickness* — размер образований (1–10);
3. *Uniformity of Cell Size* — однородность размера клетки (1–10);
4. *Uniformity of Cell Shape* — однородность формы клетки (1–10);
5. *Marginal Adhesion* — межклеточная мембранная адгезия (1–10);
6. *Single Epithelial Cell Size* — размер эпителиальной клетки (1–10);
7. *Bare Nuclei* — ядро клетки (1–10);
8. *Bland Chromatin* — деконденсированный хроматин (1–10);
9. *Normal Nucleoli* — нормальные ядра (1–10);
10. *Mitoses* — динамика митоза (1–10);
11. *Class* — диагноз для доброкачественной или злокачественной опухоли (2 — «Benign tumor»; 4 — «Malignant tumor»).

Предварительно удалим пропуски из данных, зададим имена переменных, перекодировем числовые значения переменной *Class* в «Benign tumor» или «Malignant tumor», удалим идентификационный номер и разобьем данные на *обучающую* и *тестовую выборки*. Затем на данных *обучающей выборки*, используя функцию *neuralnet*, произведем обучение MLP с пятью нейронами на скрытом слое. После этого, применяя функцию *predict*, классифицируем наблюдения *тестовой выборки*, построим матрицу ошибок и рассчитаем статистику. С помощью функции *plot* визуализируем архитектуру нейронной сети.

Решение задачи на языке R

```
> BCancer <- read.table("C:/Data/breast-cancer-wisconsin.data", header = TRUE, sep = ";")
> BCancer <- na.omit(BCancer)
> colnames(BCancer) <- c("Sample_code_number",
"Clump_Thickness",
"Uniformity_of_Cell_Size",
"Uniformity_of_Cell_Shape",
"Marginal_Adhesion",
"Single_Epithelial_Cell_Size",
```

```
"Bare_Nuclei",
"Bland_Chromatin",
"Normal_Nucleoli",
"Mitoses",
"Class")
> BCancer["Class"][BCancer["Class"] == 2] <-
"Benign tumor"
> BCancer["Class"][BCancer["Class"] == 4] <-
"Malignant tumor"
> BCancer <- BCancer[, -1]
> set.seed(1000)
> indexes <- createDataPartition(BCancer$Class, p
= 0.8,
list = FALSE)
> train <- BCancer[indexes,]
> test <- BCancer[-indexes,]
> library(neuralnet)
> model <- neuralnet(Class ~., train, hidden = c(5),
linear.output = FALSE)
> ypred = neuralnet::compute(model, test[, -10])
> yhat = ypred$net.result
> yhat <- data.frame("yhat" =
ifelse(max.col(yhat[, 1:2]) == 1,
"Benign tumor", "Malignant tumor"))
> cm <- confusionMatrix(as.factor(test[, 10]),
as.factor(yhat$yhat))
> print(cm)
Confusion Matrix and Statistics
Reference
Prediction Benign tumor Malignant tumor
Benign tumor 84 4
Malignant tumor 2 45
Accuracy: 0.9556
95% CI: (0.9058, 0.9835)
No Information Rate: 0.637
P-Value [Acc > NIR]: <2e-16
Kappa: 0.903
McNemar's Test P-Value: 0.6831
Sensitivity: 0.9767
Specificity: 0.9184
Pos Pred Value: 0.9545
Neg Pred Value: 0.9574
Prevalence: 0.6370
Detection Rate: 0.6222
Detection Prevalence: 0.6519
Balanced Accuracy: 0.9476
'Positive' Class: Benign tumor
```

После удаления пропусков количество наблюдений уменьшилось до 683. Нейронная сеть, обученная на выборке из 547 наблюдений, имеет следующую архитектуру: 9 входных нейронов, 5 нейронов на скрытом слое и 2 выходных нейрона (рис. 2). Выходные значения MLP — апостериорные вероятности принадлежности наблюдений к классам.

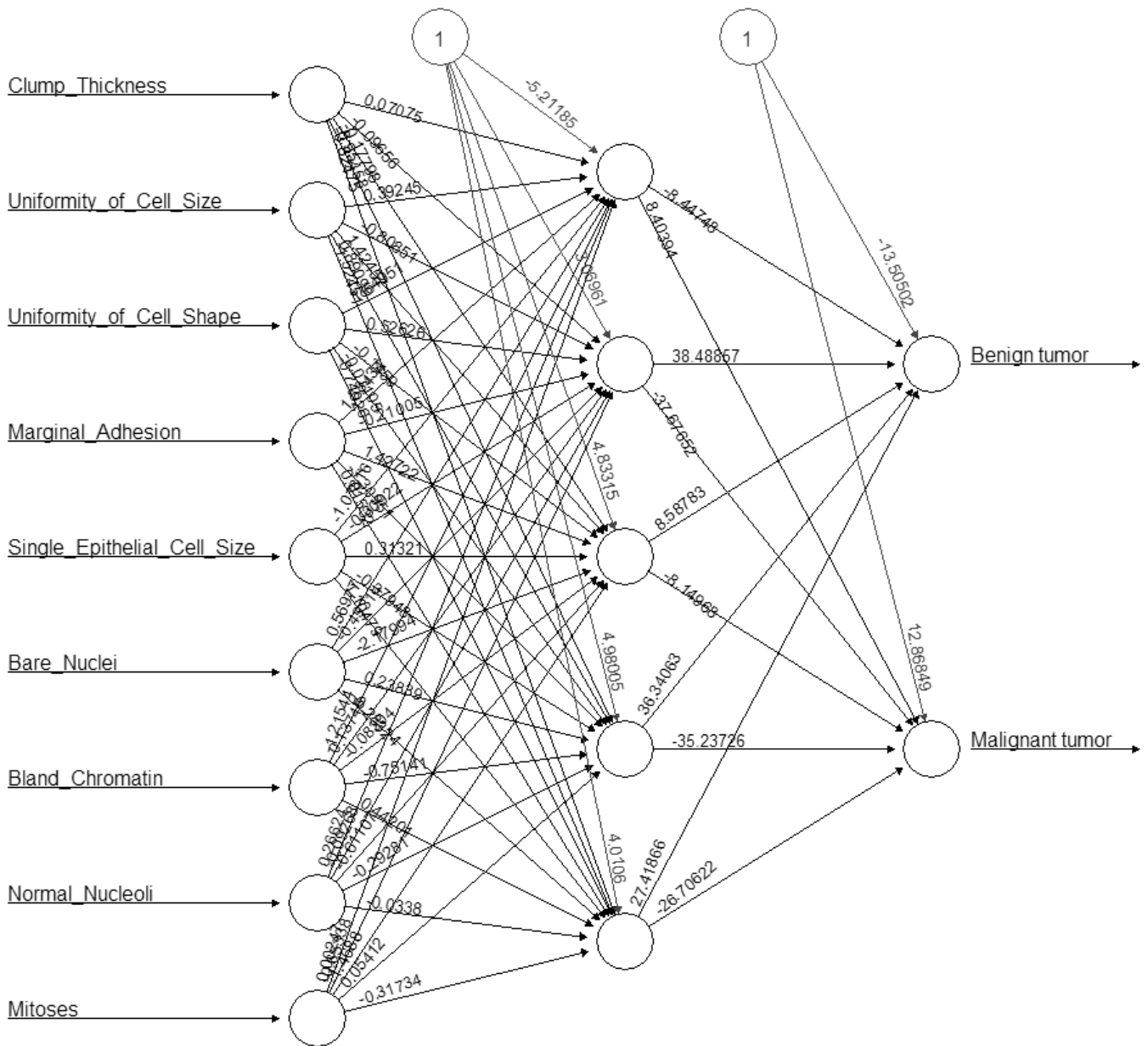


Рис. 2. Архитектура нейронной сети

Точность классификации на *тестовой выборке* из 135 наблюдений составила 95,56%. Среди пациенток с *доброкачественной опухолью* было 2 ошибки классификации (чувствительность 97,67%), а среди пациенток со *злокачественной опухолью* — 4 ошибки (специфичность 91,84%). Сравнение по критерию МакНемара наблюдаемых и прогнозируемых частот дало уровень значимости $p = 0.6831$, что позволяет принять *нулевую гипотезу* и сделать вывод о несущественности различий между частотами наблюдаемых и классифицированных данных.

Для сравнения, австралийский исследователь Н. Аббасс решил эту задачу классификации с исполь-

зованием эволюционного многоцелевого подхода к нейронным сетям, основанном на алгоритме дифференциальной эволюции Парето. Точность классификации составила 98,1% [8].

4. Классификация данных с использованием деревьев решений

Деревья решений являются древовидными иерархическими структурами, строящимися на основе машинного обучения. Классификация объектов здесь осуществляется с помощью решающих правил формата «если...то...». Эти проверки реализуются в узлах

деревьев, а листья содержит объекты, относящиеся только к определённым классам. Популярные алгоритмы построения деревьев решений — CART, C4.5, CHAID и другие. Например, алгоритм CART [9], предложенный профессорами Л. Брейманом, Дж. Фридманом, Ч. Стоуном и Р. Олшеном в 1984 г., реализован в языке R с помощью функции *rpart* [10].

Пример кластеризации пациенток с раком молочной железы [11]

Национальный институт биомедицинской инженерии в г. Порто (Португалия) предоставил данные пациенток с раком молочной железы. В файле *BreastTissue.xls** содержатся результаты обследования 106 пациенток, включающие 9 характеристик электрического импеданса образцов тканей молочной железы:

1. *Class* — классы («car» — карцинома; «fad» — фиброаденома; «mas» — мастопатия; «gla» — железистая ткань; «con» — соединительная ткань; «adi» — жировая ткань);
2. *IO* — импеданс на нулевой частоте;
3. *PA500* — фазовый угол на частоте 500 кГц;
4. *HFS* — высокочастотный наклон (крутизна) фазового угла;
5. *DA* — расстояние импеданса между спектральными концами;
6. *AREA* — площадь области под спектром;
7. *ADA* — площадь, отнесенная к величине *DA*;
8. *MAX.IP* — максимум спектра;
9. *DR* — расстояние между *IO* и реальной частью точки максимальной частоты;
10. *P* — длина спектральной кривой.

Предварительно исходный файл *BreastTissue.xls* преобразуем в текстовый с расширением «txt». Разобьём данные на обучающую и тестовую выборки. Затем, используя функцию *rpart* с алгоритмом CART, построим бинарное дерево решений на данных обучающей выборки. Глубину дерева *maxdepth* зададим, равную 5; меру сложности *cp* зададим, равную -1, что является гарантией полного выращивания дерева. Визуализируем дерево с помощью функции *rpart.plot*. Характеристики построенного дерева выведем при помощи функции *printcp*. График кросс-валидации выведем при помощи функции *plotcp*. В конце, используя функцию *predict*, классифицируем наблюдения тестовой выборки, построим матрицу ошибок и выведем статистику.

Решение задачи на языке R

```
> BTissue <- read.table("C:/Data/BreastTissue.txt",
header = TRUE, sep = "\t")
> library(caret)
```

```
> set.seed(1000)
> indexes <- createDataPartition(BTissue$Class, p =
0.8,
list = FALSE)
> train <- BTissue[indexes,]
> test <- BTissue[-indexes,]
> library(rpart)
> library(rpart.plot)
> tree <- rpart(Class ~ ., data = train,
method = "class", maxdepth = 5,
minsplit = 2, minbucket = 1, cp = -1)
> rpart.plot(tree, fallen.leaves = FALSE, cex = 0.7)
> printcp(tree)
> plotcp(tree)
> BTissuePredict <- predict(tree, test, type = 'class')
> cm <- confusionMatrix(as.factor(BTissuePredict),
as.factor(test$Class))
> print(cm)
```

Variables actually used in tree construction:

```
[1] A.DA Area DA IO Max.IP P PA500
```

```
Root node error: 69/87 = 0.7931
```

```
n = 87
```

```
CP nsplit rel error xerror xstd
```

```
1 0.246377 0 1.00000 1.02899 0.052370
```

```
2 0.173913 1 0.75362 0.81159 0.064739
```

```
3 0.115942 3 0.40580 0.68116 0.067371
```

```
4 0.028986 4 0.28986 0.50725 0.066287
```

```
5 0.014493 6 0.23188 0.52174 0.066578
```

```
6 0.000000 7 0.21739 0.50725 0.066287
```

```
7-1.000000 8 0.21739 0.50725 0.066287
```

```
Confusion Matrix and Statistics
```

```
Reference
```

```
Prediction adi car con fad gla mas
```

```
adi 3 0 0 0 0 0
```

```
car 0 4 0 0 0 0
```

```
con 1 0 2 0 0 0
```

```
fad 0 0 0 3 0 2
```

```
gla 0 0 0 0 3 1
```

```
mas 0 0 0 0 0 0
```

```
Overall Statistics
```

```
Accuracy: 0.7895
```

```
95% CI: (0.5443, 0.9395)
```

```
No Information Rate: 0.2105
```

```
P-Value [Acc > NIR]: 1.139e-07
```

```
Kappa: 0.7467
```

```
Mcnemar's Test P-Value: NA
```

Дерево решений было построено на обучающей выборке из 87 наблюдений с использованием решающих правил для переменных *A.DA*, *Area*, *DA*, *IO*, *Max.IP*, *P* и *PA500*. В выведенной на экран таблице представлены такие характеристики дерева, как мера сложности *CP*, количество ветвлений *nsplit*, ошибка обучающей выборки *rel error* и ошибка кросс-валидации *xerror*. Ошибка кросс-валидации достигла

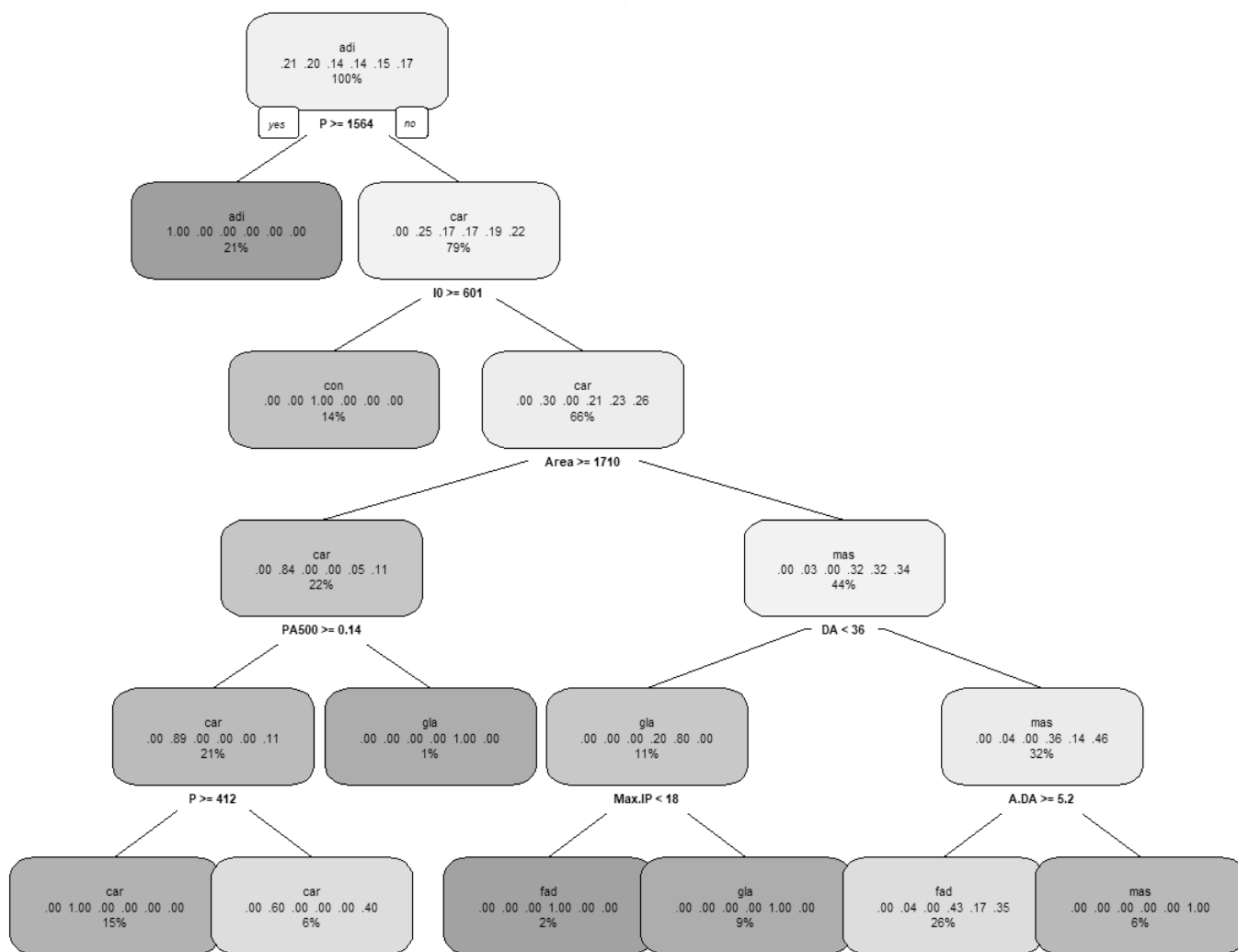


Рис. 3. Построенное бинарное дерево решений

минимума для величин $nsplit$ и CP , равных соответственно 4 и 0,028986.

Визуализация полученного бинарного дерева решений с глубиной 5, количеством узлов 8 и количеством листьев 9 представлена на рис. 3. График зависимости ошибки кросс-валидации от размера дерева и меры сложности CP представлен на рис. 4. Согласно этому графику оптимальная глубина дерева составляет 5.

Построенное дерево решений показало точность классификации 78,95% на *тестовой выборке* из 19 наблюдений. Классы «car», «con», «fad» и «gla» были определены без ошибок (точность 100%); класс «adi» — с *одной ошибкой* (точность 75%); однако все *три наблюдения* класса «mas» были определены неверно (точность 0%). Критерий МакНемара в данном случае не рассчитывается.

Для сравнения, китайские исследователи Л. Чанг, Ч. Тяньтянь, Л. Чансин, применяя для классификации анализируемых данных *метод опорных векторов*, получили точность 80,625% на 32% тестовой выборке [12].

5. Классификация категориальных данных с использованием нейронных сетей

Нейронные сети могут осуществлять классификацию категориальных данных при соответствующем кодировании этих данных в числовые значения. Номинальные переменные, являющиеся бинарными, кодируются как 0 и 1 (неактивное и активное состояния), и под такие переменные отводится *один нейрон* входного слоя *сети*. Для переменных, имеющих n уровней, каждый конкретный уровень кодируется как 0 и 1, и под эти переменные отводится n *нейронов входного слоя* [5].

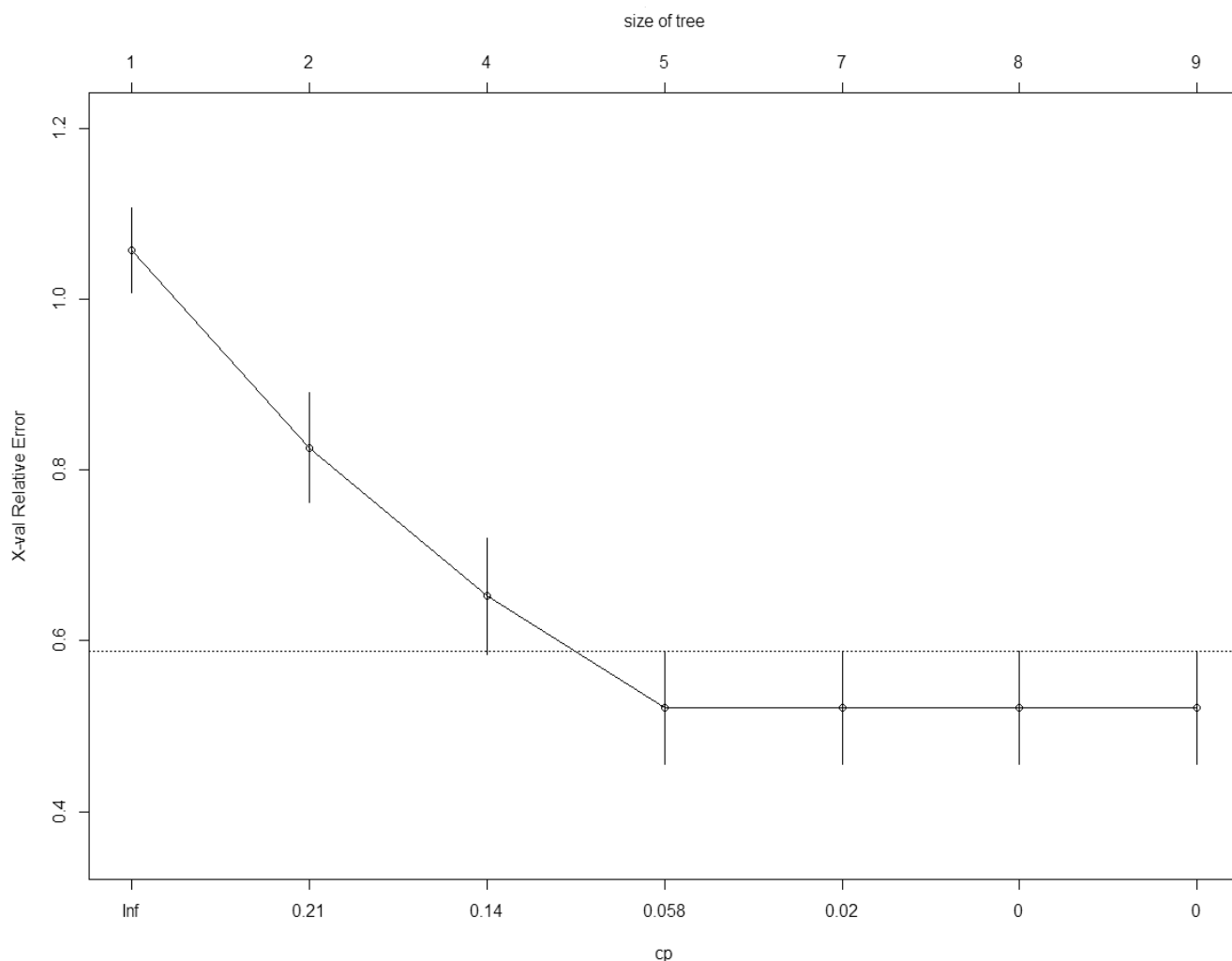


Рис. 4. График зависимости ошибки кросс-валидации от размеров дерева

Так, в языке R классификацию категориальных данных осуществляет функция *nnet* [13], которая производит обучение MLP с одним скрытым слоем.

Пример кластеризации пациенток с раком молочной железы [14]

Институт онкологии г. Любляна (Югославия) предоставил данные о 286 пациентках с раком молочной железы. В файле *breast-cancer.data** содержатся следующие категориальные данные:

1. *Class* — классы («no-recurrence-events» — без повторения; «recurrence-events» — повторяющееся событие);
2. *age* — возрастные группы (10–19, 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70–79, 80–89, 90–99);
3. *menopause* — предклимактерический или климактерический период («lt40», «ge40» или «premeno»);

4. *tumorsize* — размер новообразования (0–4, 5–9, 10–14, 15–19, 20–24, 25–29, 30–34, 35–39, 40–44, 45–49, 50–54, 55–59);
5. *invnodes* — количество подмышечных лимфатических узлов, содержащих метастатический рак молочной железы, видимых при гистологическом исследовании (0–2, 3–5, 6–8, 9–11, 12–14, 15–17, 18–20, 21–23, 24–26, 27–29, 30–32, 33–35, 36–39);
6. *nodcaps* — метастазы рака в лимфатические узлы («yes» — да; «no» — нет);
7. *degmalig* — степень злокачественности (1, 2, 3);
8. *breast* — грудь («left» — левая; «right» — правая);
9. *breastquad* — зоны груди («left-up» — слева вверху; «left-low» — слева внизу; «right-up» — справа вверху; «right-low» — справа внизу; «central» — по центру);
10. *irradiat* — проведение лучевой терапии («yes» — да; «no» — нет).

Предварительно зададим имена для всех переменных и преобразуем эти переменные к категориальному типу с помощью функции *as.factor*. Затем произведем разбиение данных на *обучающую* и *тестовую выборки*. Обучим нейронную сеть *nnet* на данных *обучающей выборки*, используя следующие параметры: количество нейронов на скрытом слое 8; границы для диапазона начальных значений весов [*rang*; *-rang*], равные 10^{-6} , коэффициент ослабления весов *decay*, равный 10^{-4} . Поскольку классифицирующая переменная является бинарной, MLP будет содержать *один* выходной нейрон. Затем, используя функцию *predict*, классифицируем наблюдения *тестовой выборки*, построим матрицу ошибок и рассчитаем статистики. Визуализируем архитектуру нейронной сети и построим диаграмму важности входных переменных с помощью функций *plotnet* и *olden* соответственно.

Решение задачи на языке R

```
> BCancer <- read.table("C:/DataSK/breast-cancer.
data",
header = FALSE, sep = "")
> BCancer <- na.omit(BCancer)
> colnames(BCancer) <- c("Class", "age", "menopause",
"tumorsize", "invnodes",
"nodecaps", "degmalig", "breast",
"breastquad", "irradiat")
> BCancer$Class <- as.factor(BCancer$Class)
> BCancer$age <- as.factor(BCancer$age)
> BCancer$menopause <- as.factor(BCancer$menopause)
> BCancer$tumorsize <- as.factor(BCancer$tumorsize)
> BCancer$invnodes <- as.factor(BCancer$invnodes)
> BCancer$nodecaps <- as.factor(BCancer$nodecaps)
> BCancer$degmalig <- as.factor(BCancer$degmalig)
> BCancer$breast <- as.factor(BCancer$breast)
> BCancer$breastquad <- as.factor(BCancer$breastquad)
> BCancer$irradiat <- as.factor(BCancer$irradiat)
> library(caret)
> set.seed(5000)
> indexes <- createDataPartition(BCancer$Class, p
= 0.8,
list = FALSE)
> train <- BCancer[indexes,]
> test <- BCancer[-indexes,]
> library(nnet)
> newNet <- nnet(Class ~ ., data = train, size = 8,
rang = 1.0e-06, decay = 1.0e-04, maxit = 2000)
> library(NeuralNetTools)
> plotnet(newNet)
```

```
> olden(newNet)
> myPrediction <- predict(newNet, newdata = test,
type = "class")
> cm <- confusionMatrix(as.factor(myPrediction),
as.factor(test$Class))
> print(cm)
Confusion Matrix and Statistics

Reference
Prediction no-recurrence-events recurrence-events
no-recurrence-events 32 5
recurrence-events 7 11
Accuracy: 0.7818
95% CI: (0.6499, 0.8819)
No Information Rate: 0.7091
P-Value [Acc > NIR]: 0.1488
Kappa: 0.49
McNemar's Test P-Value: 0.7728
Sensitivity: 0.8205
Specificity: 0.6875
Pos Pred Value: 0.8649
Neg Pred Value: 0.6111
Prevalence: 0.7091
Detection Rate: 0.5818
Detection Prevalence: 0.6727
Balanced Accuracy: 0.7540
'Positive' Class: no-recurrence-events
```

После очистки от пропусков количество наблюдений уменьшилось до 277. Нейронная сеть, обученная на выборке из 222 наблюдений, имеет архитектуру, представленную на рис. 5: 32 входных нейронов, 8 нейронов на скрытом слое, 1 нейрон на выходном слое и 273 весов межнейронных связей.

Построенная диаграмма *относительной важности* входных переменных нейронной сети, описанная в работе [15], показана на рис. 6. Полученные по этой диаграмме ранжированные значения категориальных переменных, приведены в табл. 1. Наиболее важные значения входных переменных здесь имеют ранги от 1 до 13.

Обученная нейронная сеть показала точность классификации 78,18% на тестовой выборке из 55 наблюдений. Класс «no-recurrence-events» определен с *семью ошибками* (чувствительность 82,05%), а класс «recurrence-events» — с *пятью ошибками* (специфичность 68,75%). Проверка по критерию МакНемара *наблюдаемых* и *предсказанных частот* для двух классов дала уровень значимости $p = 0.7728$, что позволяет принять *нулевую гипотезу* и прийти к выводу о несущественности различий в частотах между наблюдаемыми и классифицированными данными.

Для сравнения, в работе американских исследователей Р. Мичалски, И. Мозэтика, Дж. Нонга, Н. Лавраса

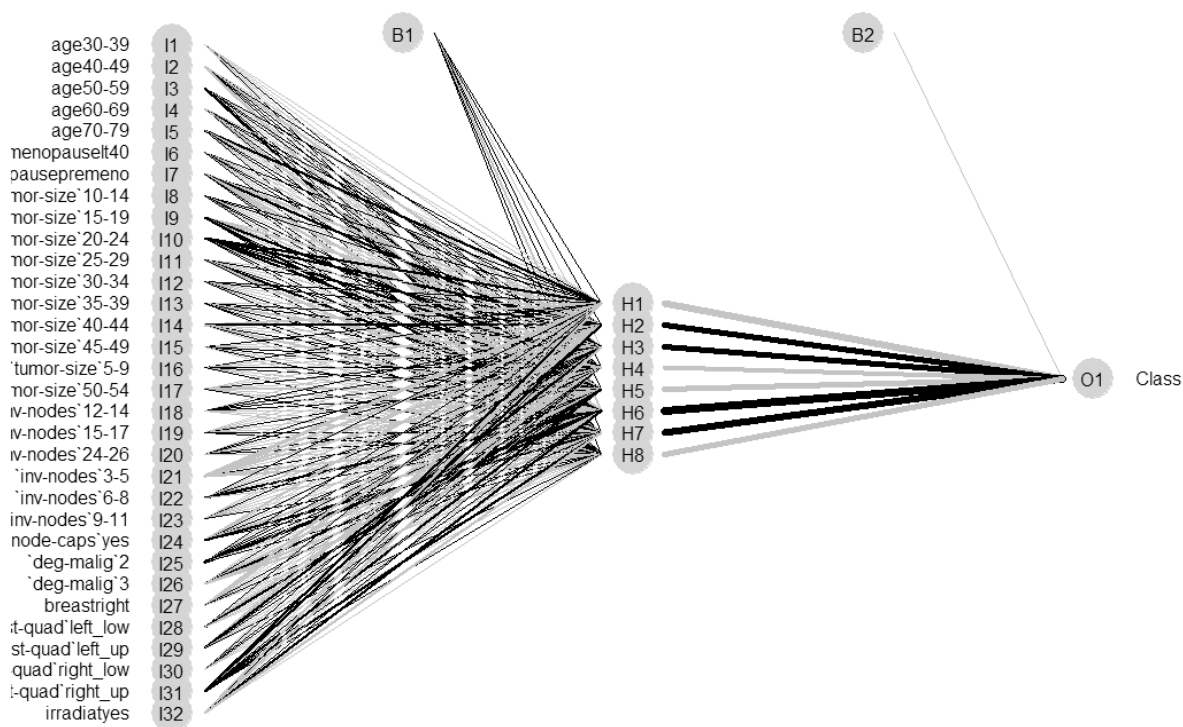


Рис. 5. Архитектура нейронной сети

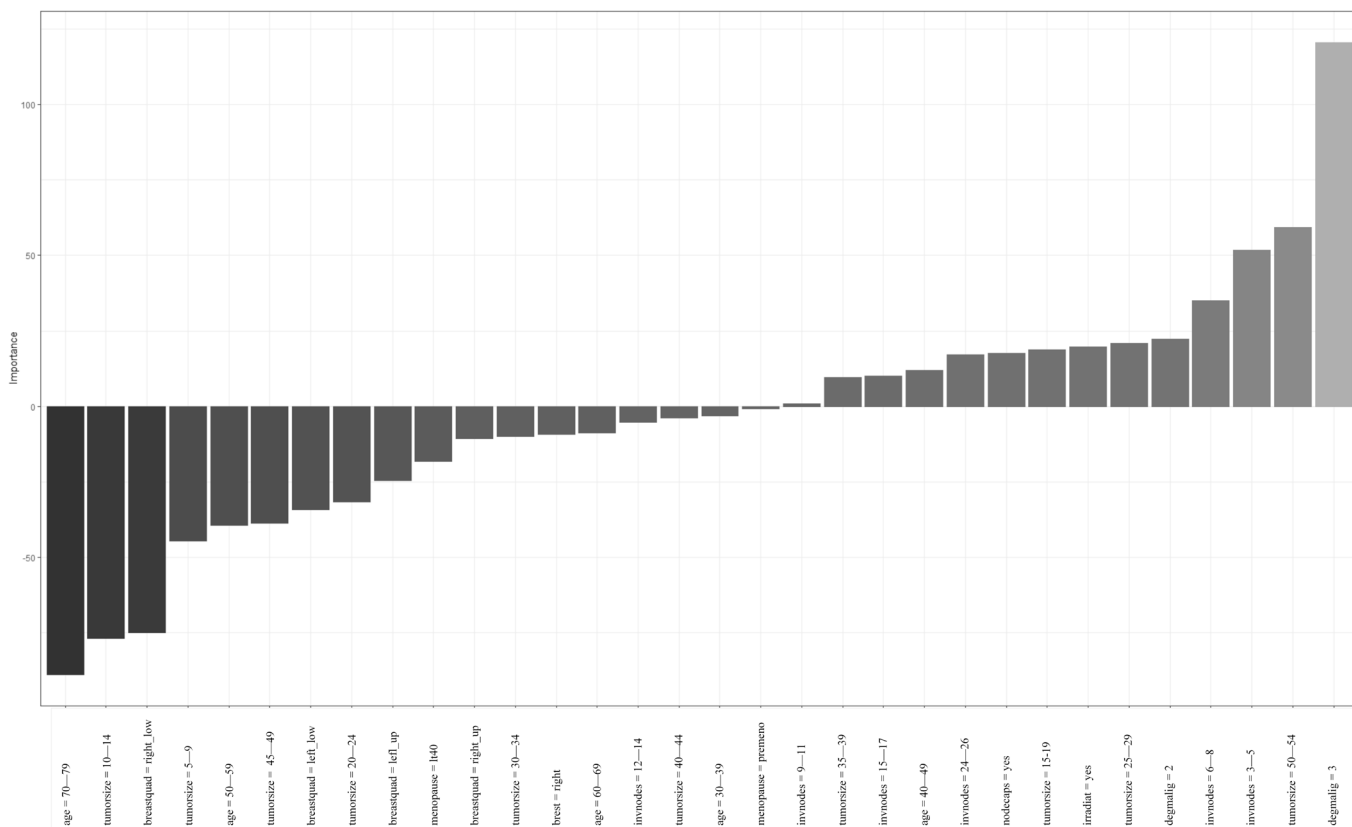


Рис. 6. Диаграмма относительной важности входных переменных

Таблица 1. Ранжированные по важности значения категориальных переменных для нейронной сети

Ранг	Категориальная переменная	Значение переменной	Ранг	Категориальная переменная	Значение переменной
1	degmalig	3	17	tumorsize	40–44
2	tumorsize	50–54	18	invnodes	12–14
3	invnodes	3–5	19	age	60–69
4	invnodes	6–8	20	breast	right
5	degmalig	2	21	tumorsize	30–34
6	tumorsize	25–29	22	breastquad	right_up
7	irradiat	yes	23	menopause	lt40
8	tumorsize	15–19	24	breastquad	left_up
9	nodecaps	yes	25	tumorsize	20–24
10	invnodes	24–26	26	breastquad	left_low
11	age	40–49	27	tumorsize	45–49
12	invnodes	15–17	28	age	50–59
13	tumorsize	35–39	29	tumorsize	5–9
14	invnodes	9–11	30	breastquad	right_low
15	menopause	premeno	31	tumorsize	10–14
16	age	30–39	32	age	70–79

[16] приводится информация о точности 64% при классификации рассматриваемых данных с применением алгоритма *AQ*.

Заключение

Язык R является эффективным средством классификации данных медицинских исследований. Автора-

ми были решены задачи классификации данных рака молочной железы, размещенные в репозитории UCI Machine Learning Repository. Точность классификации на тестовых выборках, полученная с использованием метода опорных векторов, нейронных сетей и деревьев решений, находится на уровне или превосходит результаты опубликованных зарубежных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Касюк, С.Т. Кластерный анализ данных медицинских исследований с использованием языка R / С.Т. Касюк, Г.А. Диденко, О.А. Степанова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. серия: естественные и технические науки. — 2021. — № 4–2. — С. 23–32.
- Воронцов К.В. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf> (дата обращения: 15.06.2022)
- Breast Cancer Coimbra Data Set [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Breast+Cancer+Coimbra> (дата обращения: 15.06.2021).
- Patrício, M., Pereira, J., Crisóstomo, J. et al. Using Resistin, glucose, age and BMI to predict the presence of breast cancer. *BMC Cancer* 18, 29 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12885-017-3877-1>
- Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных / Под редакцией В.П. Боровикова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Горячая линия — Телеком, 2008. — 392 с.
- Package «neuralnet», February 7, 2019, Version 1.44.2 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/neuralnet/neuralnet.pdf> (дата обращения: 15.06.2022).
- Breast Cancer Wisconsin (Diagnostic) Data Set [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Breast+Cancer+Wisconsin+%28Diagnostic%29> (дата обращения: 05.06.2022).
- Abbass, H. An Evolutionary Artificial Neural Networks Approach for Breast Cancer Diagnosis. *Artificial Intelligence in Medicine*. Volume 25, Issue 3, July 2002, P. 265–281. [https://doi.org/10.1016/S0933-3657\(02\)00028-3](https://doi.org/10.1016/S0933-3657(02)00028-3)
- Classification and Regression Trees / L. Breiman, J. Friedman, R. Olshen, C. Stone. — Wadsworth: Chapman and Hall/CRC, 1984. — 368 p.
- Package «rpart», January 24, 2022, Version n 4.1.16 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/rpart/rpart.pdf> (дата обращения: 15.06.2022).
- Breast Tissue Data Set [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/breast+tissue> (дата обращения: 15.06.2022).

12. Chang, L., Tiantian C., Changxing L. Breast Tissue Classification based on Electrical Impedance Spectroscopy. International Conference on Industrial Technology and Management Science (2015), P. 237–240. <https://doi.org/10.2991/itms-15.2015.56>
13. Package «nnet», January 13, 2022, Version 7.3–17 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/nnet/nnet.pdf> (дата обращения: 15.06.2022).
14. Breast Cancer Data Set [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Breast+Cancer> (дата обращения: 15.06.2022).
15. Olden, J., Joy, M., Death, R. An Accurate Comparison of Methods for Quantifying Variable Importance in Artificial Neural Networks Using Simulated Data. Ecological Modelling, Vol.178, 3–4 (2004). [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(04\)00156-5](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(04)00156-5)
16. The multi-purpose incremental learning system AQ15 and its testing application to three medial domains / R. Michalski, I. Mozetic, J. Hong, N. Lavrac // Proceedings of the Fifth National Conference on Artificial Intelligence. — Philadelphia, PA: Morgan Kaufmann, 1986. — P. 1041–1045.

© Касюк Сергей Тимурович (sergey.kasyk@gmail.com),

Диденко Галина Александровна (rga80@mail.ru), Степанова Оксана Александровна (okalst@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



«Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

АСПЕКТЫ ВЫБОРА МЕЖДУ ТУМАННЫМИ И ОБЛАЧНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

ASPECTS OF THE CHOICE BETWEEN FOG AND CLOUD TECHNOLOGIES

**E. Krasavin
Yu. Gagarin
S. Polpudnikow
S. Gagarina**

Summary. Currently, there are no uniform system recommendations for the use of cloud or fog data processing technologies. Often, options are evaluated subjectively according to criteria that in most cases are qualitative. The authors, using the results of a comparative analysis based on the analysis of hierarchies, formulate recommendations for choosing between cloud and fog platforms, depending on the user's initial requirements. The developed methodology served as the basis for an objective choice of a platform option for one of the data processing projects for their use in the Smart City system.

Keywords: cloud, fog, calculations, data, treatment, methodology, criteria, choice.

Красавин Евгений Васильевич

К.т.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
e.krasavin@bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

К.т.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
gagarin_je@bmstu.ru

Полпудников Сергей Викторович

К.т.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
polpud@bmstu.ru

Гагарина Светлана Николаевна

К.э.н., доцент, Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского
g_ug@mail.ru

Аннотация. В настоящее время нет единых системных рекомендаций по применению облачных или туманных технологий обработки данных. Часто оценка вариантов проводится субъективно по критериям, которые в большинстве случаев являются качественными. Авторы, используя результаты сравнительного анализа, основанного на анализе иерархий, формулируют рекомендации по выбору между облачной и туманной платформами в зависимости от исходных требований пользователя. Разработанная методика послужила основанием для объективного выбора варианта платформы для одного из проектов обработки данных для использования их в системе «Умного города».

Ключевые слова: облако, туман; вычисления, данные, обработка, методика, критерии, выбор.

Как в свое время появление и внедрение компьютеров в бизнес-процессы сделало революцию в бизнесе, так и в настоящее время открывающиеся возможности облачных вычислений и хранения данных трансформируют бизнес-процессы [1]. По мере роста IT-нагрузки облачные технологии становятся дорогостоящими и чем больше вычислительных ресурсов нужно предприятиям, тем сильнее возрастает стоимость аренды облачной инфраструктуры. Высокая стоимость услуг облачных провайдеров вызвана их затратами на строительство дата-центров, создание сетевой инфраструктуры и закупку серверного оборудования. В [2] сделан вывод, что современные облачные технологии имеют два ключевых аспекта: технический и экономический, наблюдается устойчивая тенденция перехода от модели собственности к модели временного пользования. Реальной альтернативой облачным

выступают туманные технологии, имеющие ряд своих преимуществ и недостатков. До недавнего времени облачные технологии имели ограниченный функционал по обработке данных. Но с появлением технологии SONM [3] (Суперкомпьютер на основе сетевого майнинга Supercomputer Organized by Network Mining), проекта по использованию майнинговых компьютеров в качестве узлов разнесенного по планете суперкомпьютера, туман стал способен решать сложные и ресурсозатратные проблемы самых разных видов. И рынок туманных вычислений постоянно растет, превышая в настоящее время [4] 1,8 млн. серверов. И пользователь стоит перед выбором между облаком и туманом. При предпочтении того или иного варианта применения чаще всего используют критерии минимальной стоимости, известности бренда, своих компетенций или просто «нравится», что не приводит к оптимальному выбору.

Для сравнения использован метод анализа иерархий [5], основанный на методе парных сравнений, который в отличие от метода, основанного на модели Раши оценивания латентных переменных, имеет линейную шкалу интерпретации результатов [6]. При оценке привлекательности программных продуктов для их внедрения в практическую деятельность организации подход допускает при необходимости сочетание методик попарного сравнения и расчета аддитивной суммы интегральной оценки [7] для каждого сравниваемого продукта

Значимым шагом методики является выбор ключевых критериев для сравнения. При оценивании различных критериев сравнения является актуальным учетом неопределенности исходной информации [8], [9].

При использовании как облачных, так и туманных технологий центры обработки данных базируются на принципах совместного использования ресурсов, то есть экономической модели, в основе которой лежат потребительские свойства. Непосредственно устройствами из этих центров обработка данных управляет промежуточное интеллектуальное обеспечение.

Туман и облако взаимно дополняют друг друга, порождая технологию граничных вычислений. И все эти три концепции будут иметь решающее значение в развитии Интернета Вещей (IoT).

Каждый из технологий имеет определенные достоинства и недостатки, которые необходимо оценивать и учитывать при выборе.

Так у облачных технологий, наряду с достоинствами вроде постоянной доступности в любой точке, измеримости потребляемых ресурсов, самообслуживания, есть и недостатки:

- ◆ ограниченная пропускная способность и отключения;
- ◆ проблемы безопасности и приватности;
- ◆ уязвимость для взлома;
- ◆ ограниченный контроль и гибкость;
- ◆ зависимость от облачных платформ;
- ◆ сравнительная дороговизна.

В [10] сделан вывод о том, что туман имеет многие преимущества перед облаком, однако, не может полностью заменить централизованное облако. Центральное облако будет предпочтительнее в случае массивных и многопоточных вычислений, потребность в которых остаётся высокой.

Туманные вычисления будут расти за счёт появления новых сетевых парадигм с требованиями быстрой обработки с меньшей задержкой и джиттером.

Облачные вычисления будут служить целям высокопроизводительных вычислений, обработки больших объемов разнородных данных в ядре искусственного интеллекта, долгосрочного хранения данных, ценность которых либо не уменьшается, либо падает со временем относительно медленно.

Выбор критериев для сравнения производится из технических, экономических и других требований реализуемого проекта. Для оценки программных продуктов в качестве основных критериев экспертами [11] предлагается использовать следующие.

- ◆ **Функциональность.** Определяет возможности программного продукта или системы по обработке массива данных, их соответствие техническому заданию, общим и другим требованиям к программному обеспечению.
- ◆ **Надежность.** Определяет возможность программного продукта функционировать при возникновении сбоев или различных отклонений (в том числе и умышленных) в среде выполнения, обеспечения надежности хранения и восстановления данных.
- ◆ **Практичность.** Определяет такие свойства программного обеспечения, которые определяют его быструю разработку, организацию внедрения, освоения, обеспечивают удобное обслуживание и минимальные затраты на эксплуатацию, расширение, подготовку эксплуатационного персонала.

С учетом разработанной методики сформированы критерии для одного из проектов обработки данных для использования их в системе «Умного города».

Критерии сформированы по группам:

- ◆ **Функциональность**
 1. Качество информационных каналов, включающее пропускную способность, время ожидания (время отклика) и джиттер задержки.
 2. Возможность обработки данных. При этом облако — более функционально по вычислительным ресурсам и возможностям хранения.
 3. Пулинг ресурсов (гибкое перенаправление и переиспользование в местных системах).
- ◆ **Надежность**
 4. Время простоя по любой причине, например, при отключении электричества, пропадании каналов связи, сбоям Интернет и др.
 5. Ценность данных, в том числе стоимость утери и восстановления данных
 6. Безопасность к атакам.
- ◆ **Практичность**
 7. Сложность организации вычислений и затраты на ее организацию в том числе на оплату специалистам соответствующей квалификации.

Таблица 1. Собственные вектора альтернатив и их веса по группам критериев

Технология	Функциональность		Надежность		Практичность	
	Собственный вектор	Вес	Собственный вектор	Вес	Собственный вектор	Вес
Облако	2,466	0,858	0,493	0,195	0,843	0,457
Туман	0,405	0,141	2,027	0,804	1	0,542

Таблица 2. Оценка платформ при вариации приоритетов групп критериев

Технология	Приоритет функциональности и практичности	Равный приоритет	Приоритет надежности
Облако	0,517283	0,425823	0,504005
Туман	0,482717	0,574177	0,45803

8. Улучшенный пользовательский интерфейс. У тумана из-за мгновенного отклика и отсутствие простоев в большинстве случаев он выше.
9. Затраты и масштабируемость.

Как результат выходной комплексный параметр Полезность, по которому и производится окончательный выбор из альтернативных вариантов построения системы.

В соответствии с методикой, для каждой из групп критериев приведенные альтернативные платформы по каждому критерию попарно сравниваются. Результатом которого являются матрицы сравнения для каждой из групп критериев. Для шкалы сравнений использованы следующие уровни важности: равная важность; умеренное, существенное, значительное, очень большое превосходство.

Каждый элемент матрицы принимает дискретное значение A степени предпочтительности 1, 3, 5, 7, 9 соответственно уровню важности от равной до очень большого превосходства. И если один из элементов в каждой паре сравнения принимает значение A , то соответственно другой $1/A$.

Для критериев, которые невозможно сравнить по степени превосходства выполняется аддитивная сверка альтернатив по указанным выше критериям оценки. Количественная оценка принимает значения 0 или 1, в зависимости от того, выполнен критерий или нет, превышено некое пороговое значение, соответствующее выполнению критерия или, нет.

Аналогично составляется матрица сравнения групповых критериев.

Далее вычисляются собственные векторы альтернатив по всем критериям. При этом для каждого альтернативного варианта элемент вектора равен среднегеометрическому показателю матрицы сравнения. Так же вычисляется собственный вектор для матрицы сравнения групповых критериев. При этом вес по каждому критерию равен отношению каждого элемента собственного вектора к сумме всех элементов собственного вектора этого критерия. Данные вычисленные значения служат оценками привлекательности альтернативных вариантов.

По полученным оценкам привлекательности по всем критериям и весам производится расчет функций полезности каждой альтернативы и из их сравнения производится выбор оптимальной альтернативы. Функция полезности вычисляется как сумма произведений весов групповых критериев и их нормализованных собственных векторов.

После составления матриц сравнения критериев, определения их весов, вычисления собственных векторов альтернатив по всем критериям и нормализации собственных векторов вычисляется оценка привлекательности каждой из платформ по всем критериям и рассчитываются веса критериев. Результаты приведены в таблице 1.

По полученным данным рассчитывается функция полезности для каждой платформы. В таблице 2 приведены расчетные значения функции полезности для разных значений приоритетов групп критериев.

На основе полученных результатов можно принимать объективное решение по выбору того или иного варианта.

Приведенные результаты оценки платформ показывают, как значительно изменяются итоги оценки платформ при варьировании приоритета критерия надежности. Так, при предпочтении более широкого функциональности и практичности (и, соответственно, низкой стоимости), фаворитом является платформа облако. При более высоком приоритете критерия надежности, что характерно для крупных корпоративных сетей, лидером является туман.

Приведенный подход на основе сочетания методик попарного сравнения, а при необходимости и расчета аддитивной суммы интегральной оценки для каждой из сравниваемых платформ при оценке привлекательности их для внедрения в практическую деятельность организации позволяет уменьшить субъективность выбора, оптимизировать материальные затраты при их развертывании, исходя из приоритетов пользователя продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как туманные вычисления преобразуют рынок облачных услуг. [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/crypto/44940-kak-tumannye-vychisleniya-preobrazuyut-rynok-oblachnyh-uslug> (дата обращения 01.06.2022 г.)
2. Oleg Lyubimov. How fog computing disrupts the cloud services market. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.embeddedcomputing.com/technology/iot/how-fog-computing-disrupts-the-cloud-services-market> (дата обращения 01.06.2022 г.)
3. SONM: универсальный «туманный суперкомпьютер» на основе блокчейна Ethereum. [Электронный ресурс]. URL: <https://freedmanclub.com/sonm-tumannyi-computer-na-ethereum/> (дата обращения 01.06.2022 г.)
4. Платформа туманных вычислений SONM за полгода. [Электронный ресурс]. URL: <https://russianblogs.com/article/9507756242/> (дата обращения 01.06.2022 г.)
5. Моисеев С.И., Черная Ю.В., Паршина Е.В. Подходы к оцениванию качества программного обеспечения, основанные на методе парных сравнений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2017/01/2017-01-19.pdf> (дата обращения 01.06.2022 г.)
6. Моисеев С.И., Черная Ю.В., Паршина Е.В. Управление параметрами качества программного обеспечения на основе метода Раша оценки латентных переменных / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. — 2015. — № 2 (6). — С. 90–94
7. Красавин Е.В., Трешневская В.О. Выбор программной платформы для вебинаров в корпоративной локальной сети // Информационное общество. — 2022. — № 1. — С. — 76–84
8. Гагарин, Ю.Е. Прогнозирование показателей деятельности предприятий с учетом неопределенности исходных данных / Ю.Е. Гагарин, С.Н. Гагарина // Вестник университета. — 2019. — № 1. — С. 94–99. — DOI 10.26425/1816-4277-2019-1-94-99. — EDN YZESOL.
9. Гагарина, С.Н. Интервальное прогнозирование объемов спроса на услуги субъектов естественных монополий с учетом неопределенности информации / С.Н. Гагарина, Ю.Е. Гагарин // Вестник университета. — 2013. — № 22. — С. 101–110. — EDN RYDMKN.
10. Шалагинов А. Сравнение туманных и облачных вычислений (Fog vs Cloud) [Электронный ресурс]. URL: <https://shalaginov.com/2021/02/10/fog-vs-cloud/> (дата обращения 01.06.2022 г.)
11. Храмов В.Ю., Черная Ю.В., Десятирикова Е.Н. Оценка качества ИТ обеспечения управленческих решений с использованием нечетких ситуаций // Системы управления и информационные технологии. — № 3.1 (33). — 2008. — С. 205–208.

© Красавин Евгений Васильевич (e.krasavin@bmsu.ru), Гагарин Юрий Евгеньевич (gagarin_ye@bmsu.ru),
 Полпудников Сергей Викторович (polpud@bmsu.ru), Гагарина Светлана Николаевна (g_ug@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

MATHEMATICAL MODELING FOR PASSENGER TRANSPORT SCHEDULING

**K. Operailo
M. Yakimov
E. Novikova
V. Drozdova**

Summary. This article explores peculiar properties of mathematical modeling for compiling the public transport schedule. In this article we built a mathematical model of the initial scheduling with the usage of best distribution criterion, based on the provided initial data and subjected to restrictions. At its core, the initial criteria for scheduling are the effective usage of resources, quick reaction and strict adherence to deadlines.

Keywords: transport, scheduling, mathematical model, information system, optimization.

Операйло Константин Витальевич

Аспирант, Северо-Кавказский федеральный
университет, Ставрополь
gladesinger18@gmail.com

Якимов Михаил Алексеевич

Аспирант, Северо-Кавказский федеральный
университет, Ставрополь
maik3786@gmail.com

Новикова Елена Николаевна

Кандидат физико-математических наук
Северо-Кавказский федеральный университет,
Ставрополь
novikovaelena_nik@mail.ru

Дроздова Виктория Игоревна

Доктор физико-математических наук
Северо-Кавказский федеральный университет,
Ставрополь
viktorija_drozdova@rambler.ru

Аннотация. Эта статья посвящена особенностям математического моделирования составления расписания пассажирских перевозок автомобильным транспортом. В статье выполняется построение математической модели составления начального расписания с использованием критерия наилучшего распределения на основе предложенных входных данных и с учетом ограничений. По сути, основные критерии при составлении расписания — это эффективное использование ресурсов, быстрое реагирование и строгое соблюдение сроков.

Ключевые слова: транспорт, составление расписания, математическая модель, информационная система, оптимизация.

Введение

Управление транспортными системами включает взаимосвязанные проблемы различного уровня [1]: стратегический, тактический и оперативный уровни (Рисунок 1).

Формирование расписаний транспорта относится к тактическому уровню иерархии задач управления транспортными системами. Решений задачи составления расписаний существует много, в основном приме-

няются модели, основанные на процедурах линейного программирования.

В рамках данной работы предлагается математическая модель составления расписания пассажирского транспорта. Для составления расписания используется два этапа: первый этап — формирование начального расписания, однако, это расписание не будет являться оптимальным; второй этап — оптимизация начального расписания с помощью интеллектуальных алгоритмов на основе оптимизационных данных.

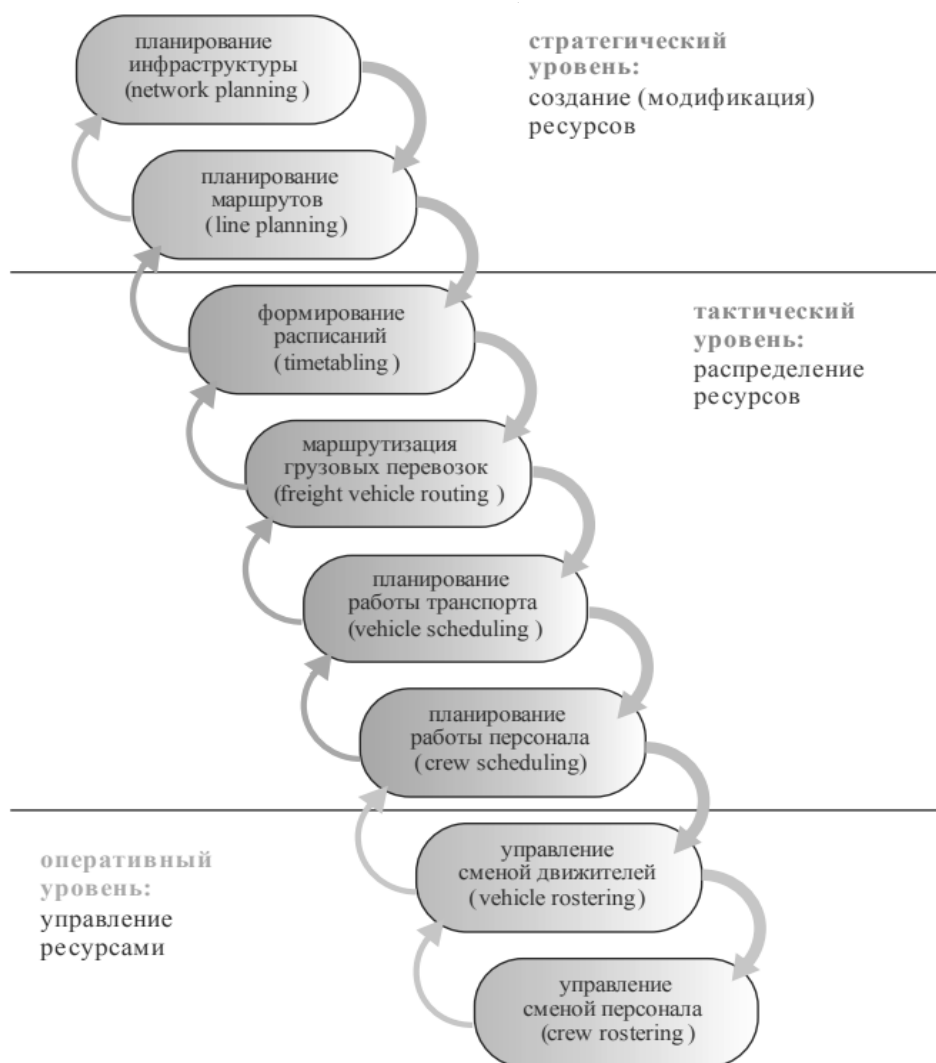


Рис. 1. Иерархия задач управления транспортными системами

Под начальным расписанием понимается составленное с помощью программы (или вручную) расписание на основе пользовательских ограничений и максимально близкое к желаемому расписанию [1].

Оптимизационный этап является цикличным и направлен на постоянное улучшение расписания. Чем больше данных будет собрано и чем точнее они будут, тем более оптимальным должна получиться оптимизация.

Цель и задачи

Целью данной работы является повышение эффективности системы управления городскими пассажирскими перевозками.

Для достижения этой цели в рамках данной работы необходимо решить следующие задачи:

- ♦ провести анализ существующих моделей и подходов к решению проблемы оптимизации пассажирского транспорта в опубликованных работах;
- ♦ разработать модифицированную модель составления расписания городского пассажирского транспорта.

Обзор существующих моделей составления расписания пассажирского транспорта

Вопросы функционирования транспортных систем и обеспечения бесперебойного и безопасного движения транспортных потоков по дорожным сетям городов исследуют многие отечественные и зарубежные ученые. Например, в работе [2] авторы предлагают математическую модель, однако, для проблемы составления расписания железнодорожного транспор-

та дальнего следования. В работе [3] автор подробно описывает критерии оптимизации городских пассажирских перевозок, но не строит конечную целевую функцию. В работе [4] автор приводит математическую модель для проблемы планирования периодических событий и квадратичной проблемы полуназначения. В работе [5] авторы описывают проблему интервальной синхронизации, но не приводят собственной модели. Авторы работы [6] рассматривают составление расписания как задачу проверки на выполнимость. В [7] авторы описывают модель выхода из локальных минимумов для дальнейшего улучшения расписаний, которые уже не могут быть улучшены процедурами поиска. Авторы работы [8] предлагают модель минимизации времени ожидания в железнодорожной сети для циклического расписания и решают ее с помощью метода ветвей и границ, а в работе [9] с помощью генетических алгоритмов.

Несмотря на то, что составление и оптимизация расписания пассажирского транспорта изучается многими учеными, задача составления математической модели составления начального расписания является открытой.

Математическая модель составления начального расписания пассажирского транспорта

Составим математическую модель составления начального расписания пассажирского транспорта.

Транспортная сеть состоит из остановок и участков дороги, между ними. Транспорт, проходя через определенные остановки в некоторой последовательности, составляет маршрут. Транспортная сеть состоит из множества маршрутов разной протяженности и сложности. А задача составления начального расписания сводится к определению времен отправления транспорта с различных остановок в интервале расписания [10]. Основная цель модели — минимизация затрат на перевозку, при одновременной максимизации комфортных условий поездки. Транспортная сеть представляет собой направленный граф $G = \{N, A\}$ с конечным количеством вершин $|N|$ соединенных дугами $|A|$.

Введем необходимые обозначения:

z — Количество единиц подвижного состава.

$A = \{a_i \mid i = \overline{1, z}\}$ — Множество единиц подвижного состава.

$Q = \{q_i \mid i = \overline{1, z}\}$ — Множество вместимостей транспорта.

N — Количество маршрутов в сети.

$R = \{r_k \mid k = \overline{1, N}\}$ — Множество маршрутов.

I — Количество остановок в транспортной сети.

$S = \{s_i \mid i = \overline{1, I}\}$ — Множество остановок в транспортной сети.

$L = \{l_j \mid j = \overline{1, J}\}$ — Множество расстояний между остановками.

P — Количество парков в транспортной сети.

$Ps = \{ps_p \mid p = \overline{1, P}\}$ — Множество парков.

Δt_i — Среднее время посадки и высадки каждого пассажира на i остановке (час/пассажир).

t^{os} — Время ожидания на остановке.

N_r — Количество остановок маршрута r .

d_{ij}^r — Пассажиропоток между остановками i и j на маршруте r , $i, j \in N$

d_o — Желаемая загрузка каждого автомобиля.

F_r — Количество единиц транспорта на маршруте r .

t_{ij}^r — Среднее время путешествия между остановками i и j на маршруте r .

t_r — Среднее время путешествия для всего маршрута r от начала до конца.

t_r^s — Среднее время путешествия для всего маршрута r с превышенной загрузкой.

p_r — Максимальная вместимость на маршруте r .

Целевая функция $\min Z_1$ обеспечивает многокритериальное формирование начального расписания:

$$Z_1 = \alpha_1 \sum_{i,j \in N} TC(i, j) + \alpha_2 \sum_{i,j \in N} IWT(i, j) + \alpha_3 \sum_{i,j \in N} PTC(i, j) + \alpha_4 \sum_{r \in R} LD_r, \quad (1)$$

где

$TC(i, j) \mid i, j \in N$ — Общие временные и денежные затраты транспортной компании на путешествие из точки i в точку j .

$IWT(i, j) \mid i, j \in N$ — Время, которое пассажиры проводят в ожидании транспорта.

$PTC(i, j) \mid i, j \in N$ — Временные и денежные затраты пассажиров на перемещение из точки i в точку j .

$LD_r \mid r \in R$ — Разница между ожидаемой загрузкой и желаемой загрузкой на маршруте.

α_k — Стоимостные веса.

Целевая функция объединяет четыре целевых составляющих. Первая составляющая — минимизировать стоимость обслуживания маршрута:

$$\text{Min } \alpha_1 \sum_{i,j \in N} TC(i, j) \quad (2)$$

$$\sum_{i,j \in N} TC(i, j) = \sum_{r \in R} \sum_{i,j \in N} d_{ij}^r t_{ij}^r + \Delta t_i \frac{d_{ij}^r}{F_r}, \quad (3)$$

где α_1 — Стоимость обслуживания всего дня маршрута.

Вторая составляющая — минимизировать время ожидания пассажирами на остановках:

$$\text{Min } \alpha_2 \sum_{i,j \in N} IWT(i, j), \quad (4)$$

где α_2 — стоимостный вес 1 часа ожидания на остановке (рубли/час).

$$\sum_{i,j \in N} IWT(i,j) = \sum_{r \in R} \frac{1}{2F_r} (\sum_{i,j \in N_r} d_{ij}^r) \quad (5)$$

Третья составляющая — минимизировать стоимость перемещения пассажиров:

$$\text{Min } \alpha_3 \sum_{i,j \in N} PTC(i,j), \quad (6)$$

где α_3 — стоимость проезда (рубли/час).

$$\sum_{i,j \in N} PCT(i,j) = \sum_{r \in R} \sum_{i,j \in N_r} d_{ij}^r (d_{ij}^r t_{ij}^r + \Delta t_i \frac{d_{ij}^r}{F_r}) \quad (7)$$

Четвертая целевая составляющая — минимизировать несоответствие общей пассажирской загрузки:

$$\text{Min } \alpha_4 \sum_{r \in R} LD_r \quad (8)$$

$$\sum_{r \in R} LD_r = \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \max[(p_r - d_0), 0] \cdot t_r^s \quad (9)$$

В итоге целевая функция выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} Z_1 = & \alpha_1 \sum_{r \in R} \sum_{i,j \in N} d_{ij}^r t_{ij}^r + \Delta t_i \frac{d_{ij}^r}{F_r} + \\ & + \alpha_2 \sum_{r \in R} \frac{1}{2F_r} (\sum_{i,j \in N_r} d_{ij}^r) + \\ & + \alpha_3 \sum_{r \in R} \sum_{i,j \in N_r} d_{ij}^r (d_{ij}^r t_{ij}^r + \Delta t_i \frac{d_{ij}^r}{F_r}) + \\ & + \alpha_4 \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \max[(p_r - d_0), 0] \cdot t_r^s \end{aligned} \quad (10)$$

При следующих ограничениях:

1. Ограничение максимальной загруженности:

$$p_r \leq q_i \quad (11)$$

2. Ограничение продолжительности работы маршрута R (ч):

$$T_{\min}^r \leq R \leq T_{\max}^r \quad (12)$$

3. Ограничение времени в наряде T_n (ч):

$$T_{\min}^n \leq T_n \leq T_{\max}^n \quad (13)$$

4. Транспорт должен пройти через все последующие остановки маршрута, начиная с начальной.

5. Ограничение времени загрузки/выгрузки пассажиров на i остановке:

$$\Delta t_i \leq t_{\max}^i, \quad (14)$$

где t_{\max}^i — максимальное время погрузки/выгрузки на i остановке.

6. Число единиц транспорта на маршруте r не должно превышать общего числа парка:

$$A_r \leq z \quad (15)$$

7. Ограничение ожидания транспорта на остановке:

$$t^{os} \leq t_{\max}^{os} \quad (16)$$

Решение данной целевой функции (10) позволяет добиться нескольких задач планирования: минимизация затрат, минимизация времени ожидания транспорта пассажирами, минимизация времени на перемещение пассажиров.

Заключение

В рамках данной статьи было произведено математическое моделирование составления начального расписания пассажирского транспорта. Рассмотрена основная информация о составлении расписания. Определены переменные и исходные данные математической модели. Построена целевая функция составления расписания на основе нескольких критериев планирования: минимизация затрат, минимизация времени ожидания транспорта, минимизация времени на перемещение пассажиров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клеванский Н.Н. Формирование транспортных расписаний / Н.Н. Клеванский, М.А. Антипов // Образовательные ресурсы и технологии. — 2016. — № 4 (16). — С. 71–91.
2. Клеванский Н.Н. Новые подходы к формированию транспортных расписаний / Н.Н. Клеванский, М.А. Антипов // Мир транспорта. — 2016. — 14(4). — С. 18–27.
3. Караева, М.Р. Логистическая модель совершенствования управления городскими пассажирскими перевозками [Текст]: диссертация ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Караева Марина Руслановна; [Место защиты: Ростовский государственный строительный университет]. — Ростов-на-Дону, 2014. — 160 с.
4. Kinder M. Models for Periodic Timetabling / Dissertation / Mathias Kinder. — Berlin, 2008. — 112 p.

5. Gdowska K. Timetabling problem and interval synchronization in urban public transport / K. Gdowska, R. Ksiazek, K. Jurczyk // Carpathian logistics congress November 28th-30th. — 2016. — P. 299–304.
6. Grobmann P. Solving public railway transport networks with SAT / P. Grobmann, S. Holldobler, N. Mantley // Advanced Research in Applied Artificial Intelligence — 25th International Conference on Industrial Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems. — Dalian, 2012. — P. 4–18.
7. Lindner N. Timetable merging for the periodic event scheduling problem / N. Lindner, C. Liebchen // EURO journal on transportation and logistics. — 2022. — Vol. 11. — P. 1–9.
8. Nachtigall K. A genetic algorithm approach to periodic railway synchronization / K. Nachtigall, S. Voget // Computers & Operations Research, — 1996. — Vol. 23. — № 5. — P. 453–463.
9. Nachtigall K. Periodic network optimization with different arc frequencies, Discrete Applied Mathematics, — 1996. — Vol. 69. — P. 1–17.
10. Liu T. Integrated Public Transport Timetable Synchronization and Vehicle Scheduling with Demand Assignment: A Bi-objective Bi-level Model Using Deficit Function Approach / T. Liu, A. Ceder // Transportation Research Procedia. — 2017. — № 23. — P. 341–361.

© Операйло Константин Витальевич (gladesinger18@gmail.com), Якимов Михаил Алексеевич (maik3786@gmail.com),
Новикова Елена Николаевна (novikovaelena_nik@mail.ru), Дроздова Виктория Игоревна (viktorija_drozdova@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Северо-Кавказский Федеральный университет

МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ БЫСТРОПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗАДАЧАХ ГИДРОЛОКАЦИИ

THE METHOD OF FAST-MOVING OBJECT DETECTION IN SONAR APPLICATIONS

**I. Rozanov
T. Kim
A. Sotnikov**

Summary. The authors proposed a method of coding and signal processing for the sonar fast-moving objects detection tasks. The method is based on the frequency manipulation of signals and provides effective power consumption of the transmitter, while maintaining high range and speed resolution within given noise immunity. The results of the research showed its effectiveness in the correlation processing of signals that are reflected from fast-moving underwater objects and distorted due to the Doppler effect.

Keywords: sonar, frequency manipulation, Doppler effect, correlation processing.

Розанов Иван Александрович

Аспирант, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Ким Тамара Александровна

Аспирант, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Сотников Алексей Александрович

К.т.н., Московский Государственный Технический

Университет им. Н.Э. Баумана

sotnikov@bmstu.ru

Аннотация. Авторами предложен метод кодирования и обработки сигнала для задач обнаружения быстроподвижных объектов в гидролокации. Метод основан на использовании частотной манипуляции сигналов и обеспечивает эффективное использование мощности излучателя, сохраняя высокую разрешающую способность по дальности и скорости при заданной помехоустойчивости. Результаты исследования данного метода показали его эффективность при корреляционной обработке сигналов, отражённых от быстроподвижных подводных объектов и искажённых вследствие эффекта Доплера.

Ключевые слова: гидроакустика, частотная манипуляция, эффект Доплера, корреляционный поиск.

Введение

Поиск и обнаружение подводных объектов является основной задачей в гидролокации. Наиболее широко распространенным в настоящее время методом обнаружения объекта и оценки его координат и других параметров является согласованная фильтрация [1].

Способность варьировать и подбирать в соответствии с теми или иными требованиями различные характеристики сигнала является существенным фактором развития современных гидролокационных систем, использующих сложные методы обработки. При помощи этих методов достигается более эффективное использование мощности излучателя, более высокая разрешающая способность по дальности и по скорости, повышение помехоустойчивости по отношению к определенным типам интерферирующих сигналов, свойства которых отличаются от свойств кодированных сигналов, также имеется возможность оценки параметров сигналов, несущих информацию о дальности, скорости и, возможно, ускорении объектов [2].

Важной характеристикой сигнала, по которой можно оценить его применимость к решению конкретной задачи гидролокации, является функция неопределенности (ФН) — двумерная функция $\chi(\tau, \Delta f)$, представляющая собой корреляционную функцию модулирующей функции передаваемого сигнала, движущей на величину доплеровского частотного сдвига Δf , и модулирующей функции передаваемого сигнала, нулевой сдвиг ($\tau = 0$), между которыми имеет место в начальный момент времени $t = T_0$ [3]. При $\Delta f = 0$ функция неопределенности сводится к автокорреляционной функции модулирующей функции передаваемого сигнала:

$$\chi(\tau, \Delta f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s^*(t - \tau)e^{i2\pi\Delta f t} dt,$$

где $*$ — операция комплексного сопряжения; τ — разность между фактической задержкой эхо-сигнала и доплеровским сдвигом, на которую настроен фильтр; Δf — разность между доплеровской частотой принимаемого сигнала и доплеровской частотой, на которую настроен фильтр; i — мнимая единица.

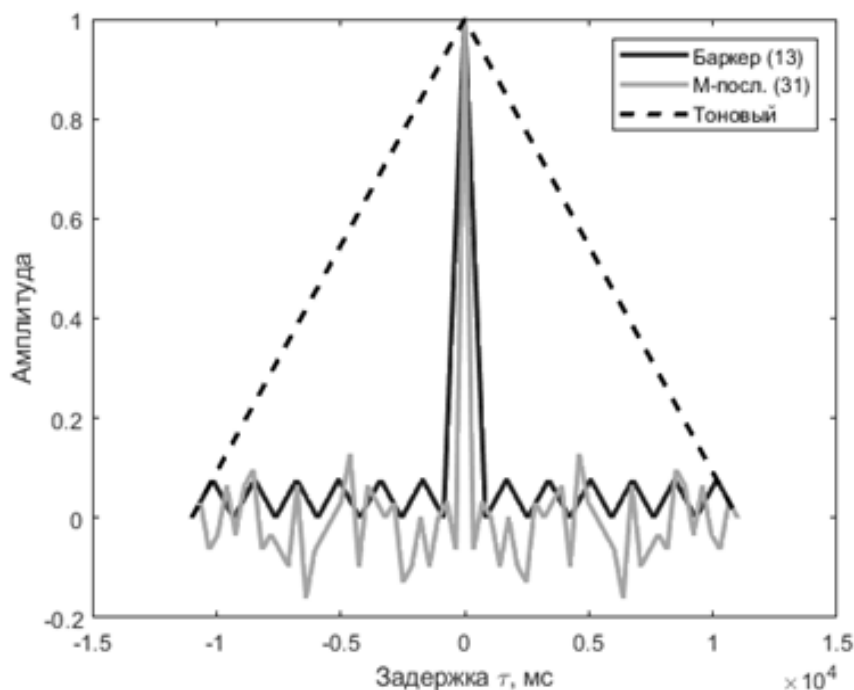


Рис. 1. График АКФ кода Баркера, M-последовательности, тонового сигнала

Анализ характеристик зондирующих сигналов

К основным факторам, определяющим выбор зондирующего сигнала в импульсных гидролокационных системах, относятся требования к разрешению по дальности и предельная дальность обнаружения, что в случае применения простых сигналов вызывает противоречия при выборе длительности импульса.

Согласно фундаментальной работе Вудворта [4], форма сигнала представляет собой дополнительный параметр при проектировании гидролокатора. Его характеристики, такие как дальность и разрешение по дальности, определяются как длительностью излучаемого импульса и средней излучаемой мощностью, так и формой сигнала.

Из изложенного в работе Вудворта следует, что длительность излучаемого импульса можно выбрать так, чтобы удовлетворить энергетические требования к гидролокатору.

Зафиксировав характеристики обнаружения, можно достичь требуемых значений разрешения по дальности путём кодирования излучаемого сигнала при помощи широкополосной модуляции.

Таким образом, разрешение по дальности и точность измерений могут быть обеспечены не длительно-

стью сигнала, а шириной полосы его частотного спектра.

Поскольку ширина полосы частот напрямую влияет на разрешающую способность обнаружения, целесообразно использовать сигнал с высоким значением базы:

$$B = FT \gg 1,$$

где F — ширина спектра, а T — длительность сигнала.

Сигналы с такими параметрами называют шумоподобными сигналами (ШПС), они создаются благодаря дополнительной модуляции несущих колебаний по псевдослучайному закону.

M-последовательность является одним из примеров бинарного генератора псевдослучайной последовательности: она представляет собой битовый набор, сгенерированный с использованием сдвиговых регистров. M-последовательность является периодической и воспроизводит каждую двоичную последовательность (кроме нулевого вектора), которая может быть представлена сдвигowymi регистрами.

Другим типом ШПС является код Баркера — это ряд, состоящий из N элементов a_j , принимающих значения 1 и -1 для $j = 0, 1, \dots, N - 1$ и чередующихся так, что

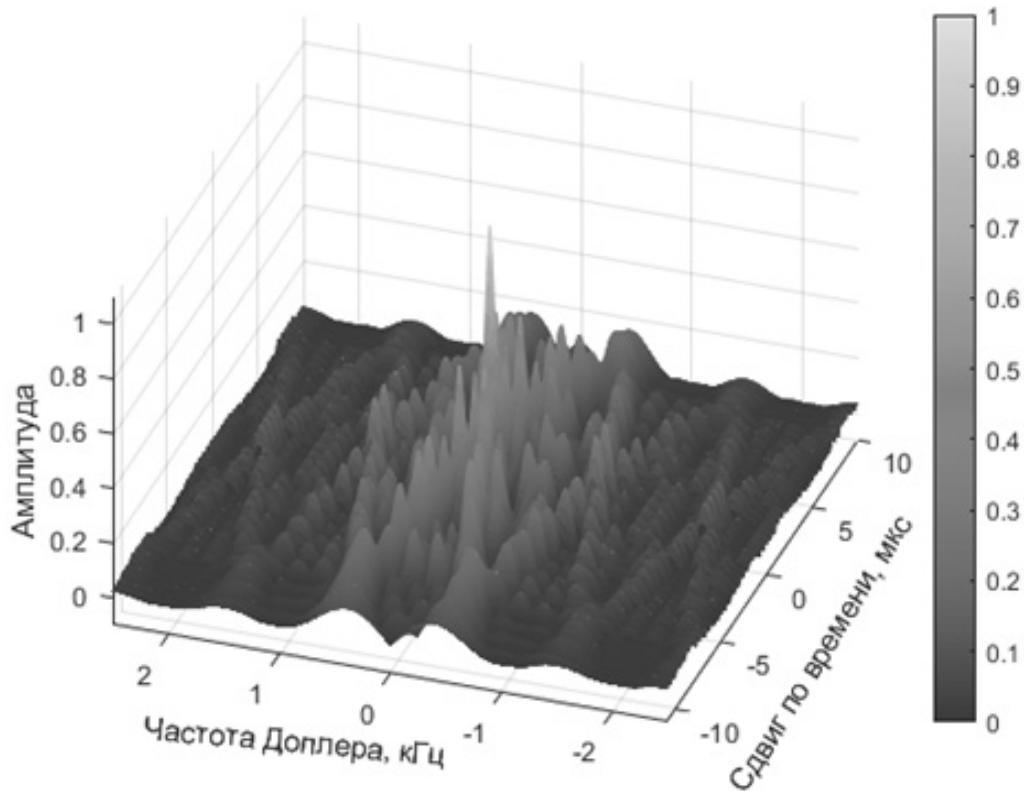


Рис. 2. График ФН фазоманипулированного кодом Баркера сигнала

$$\left| \sum_{j=0}^{N-v} a_j a_{j+v} \right| \leq 1$$

для всех $1 \leq v \leq N$.

Уровень боковых лепестков известных кодов Баркера не превышает величины $1/N$; периодическая АКФ любой M -последовательности имеет постоянный уровень боковых лепестков, равный $1/N$; АКФ усечённой M -последовательности, под которой понимается непериодическая последовательность длиной в период N , имеет величину боковых лепестков, близкую к $1/\sqrt{N}$, где N — число элементов последовательности.

Сравнение автокорреляционной функции (АКФ) кода Баркера максимальной длины ($N = 13$), тонавого сигнала и шумоподобного сигнала на основе M -последовательности ($N = 31$) представлены на рисунке 1. Сравнение происходит по принципу единой мощности излучаемого сигнала: равная частота дискретизации и единое время посылки.

Из рисунка 1 видно, что ширина главного лепестка снижается с увеличением N , позволяя точнее опреде-

лять момент времени максимальной корреляции, что способствует увеличению разрешения по дальности для задач гидролокации. Также необходимо оценить величину боковых лепестков корреляционной функции, которые могут способствовать ошибочному локальному максимуму.

Узкий главный лепесток АКФ и невысокий уровень боковых лепестков позволяют широко применять шумоподобные сигналы с фазовой манипуляцией в системах корреляционной обработки.

Анализ особенностей обнаружения быстро движущихся объектов в гидролокации

Методы и алгоритмы обработки ШПС широко применяются в радиолокации и достаточно подробно описаны в литературе [5, 6]. В отличие от радиолокации гидролокация имеет ряд особенностей в следствие различных условий распространения сигнала в среде [7].

Для рассматриваемой задачи цифровой обработки сигналов в гидролокации наиболее важной особенностью акустической волны является низкая скорость распространения в среде, которая соизмерима

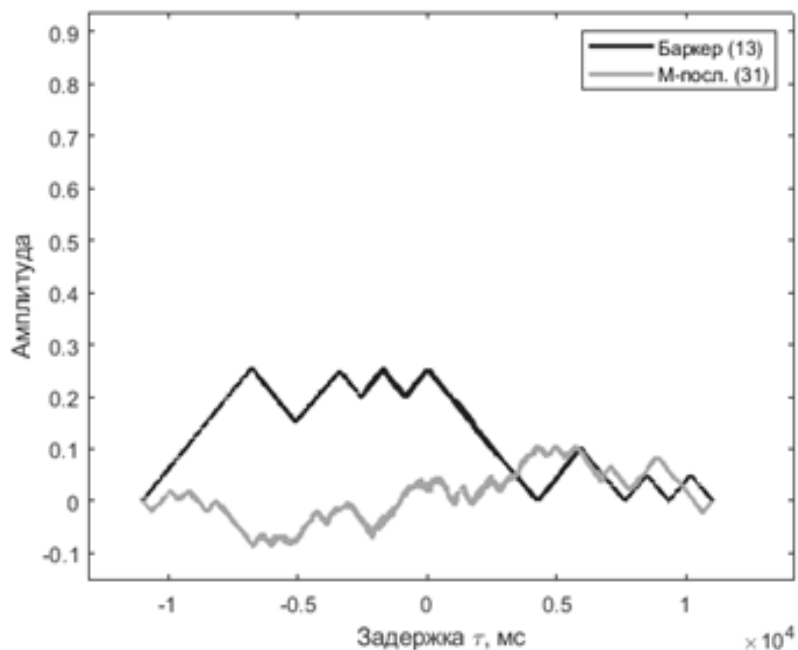


Рис. 3. Срез графика ФН фазоманипулированного кодом Баркера и М-последовательностью сигналов при 2% смещении частоты

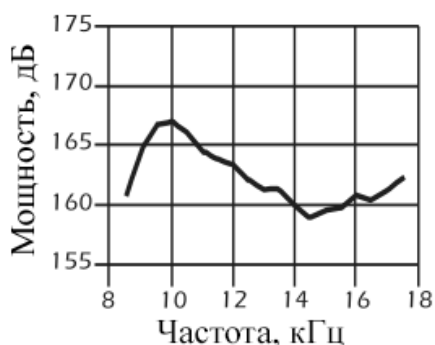


Рис. 4. График АЧХ для антенной решетки AIRMAR10kHz-H

со скоростью движения объектов. В таких условиях появляются доплеровское смещение частот и существенное искажение сигналов, отраженных от движущихся целей, при котором корреляционная обработка фазоманипулированного сигнала существенно затруднена, что наглядно представлено на графике функции неопределенности (рисунок 2). Эффекты сжатия или растяжения гидроакустических сигналов проявляются почти на два порядка сильнее, чем в радиолокации.

Срез ФН в смещенной частоте в результате эффекта Доплера для М-последовательности и кода Баркера показан на рисунке 3.

Описание метода обработки гидролокационных сигналов с частотной манипуляцией

В целях сохранения качества корреляционной обработки гидролокационных сигналов, отраженных от быстро движущихся объектов, авторами предложено использование зондирующих сигналов с частотной манипуляцией вместо фазового кодирования.

При частотной манипуляции сигнала необходимо учитывать амплитудно-частотную характеристику гидрофонов с целью использованию одновременно нескольких частот для передачи с высокой мощностью.

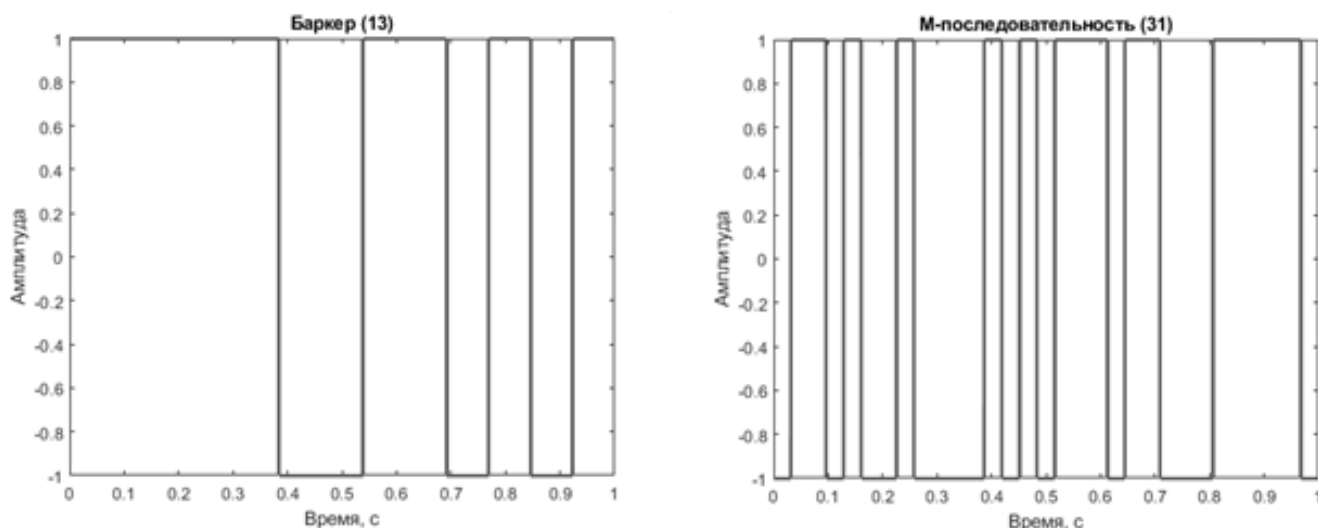


Рис. 5. Графики сигналов, реализующих код Баркера (слева) и M-последовательность (справа)

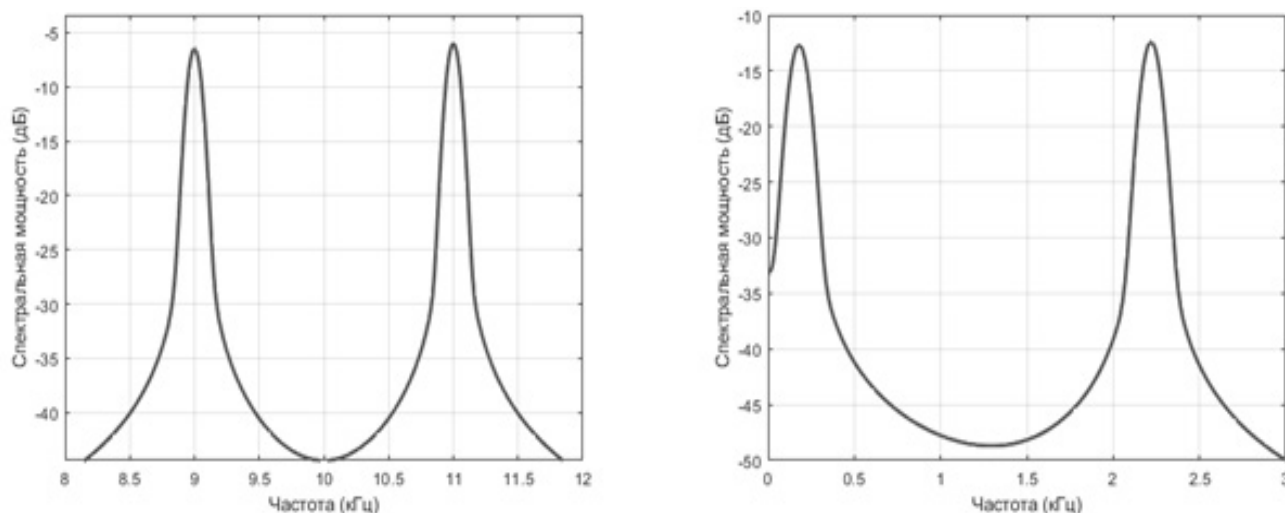


Рис. 6. График спектральной мощности исходного и гетеродинированного сигналов

Так, например, антенная решетка AIRMAR10kHz-H позволяет передавать сигналы на частотах 9 кГц и 11 кГц примерно с равной мощностью (рисунок 4).

Для обнаружения сигнала отраженного частотно-манипулированного авторами предлагается следующий алгоритм:

1. Формирование ШПС сигнала длины N :

$$S_N(t) = (s_1, s_2, \dots, s_N), \approx s_i \in [-1; 1], \approx i = \overline{1 \dots N}$$

2. Выполнение частотной манипуляции в двух несущих частотах

f_1 и $f_2; f_1 < f_2$:

$$x(t) = \begin{cases} \cos(2\pi f_1 t), & \text{если } S_N(t) = -1 \\ \cos(2\pi f_2 t), & \text{если } S_N(t) = 1 \end{cases}$$

3. Для уменьшения вычислительной сложности предварительно осуществляется гетеродинирование с переносом на промежуточную нулевую частоту, используя f_2 :

$$x_0(t) = \text{Re}[LPF(x(t) \cdot e^{j2\pi f_2 t})],$$

где LPF — передаточная функция фильтра нижних частот.

4. Вычисление оконного преобразования Фурье:

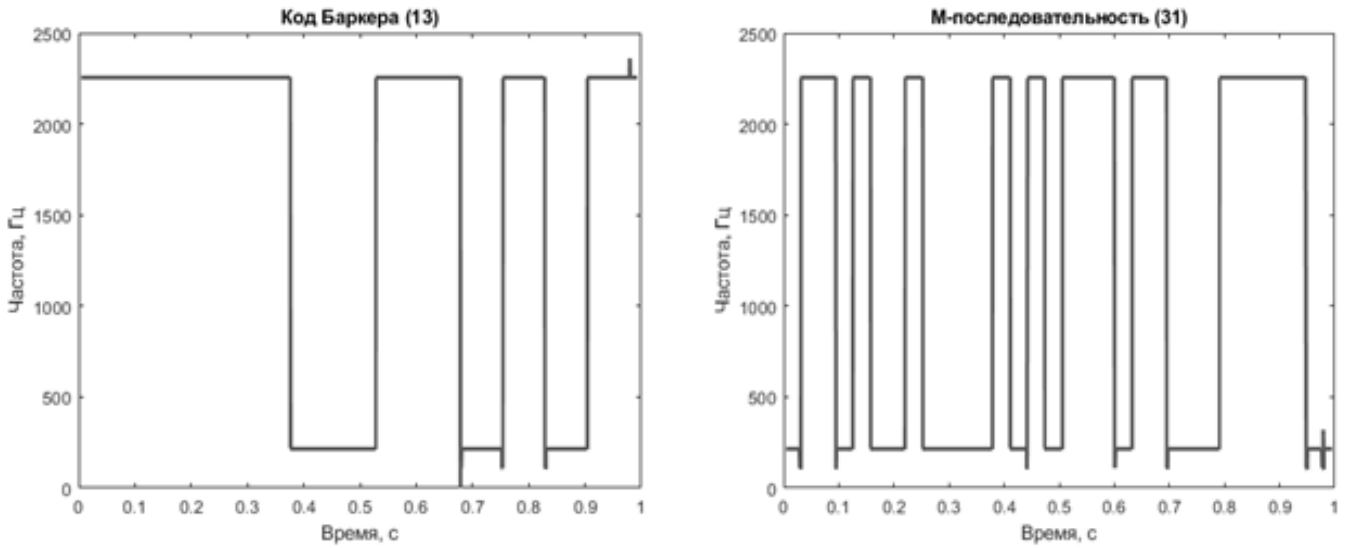


Рис. 7. График оконного преобразования Фурье для сигналов кода Баркера (слева) и М-последовательности (справа)

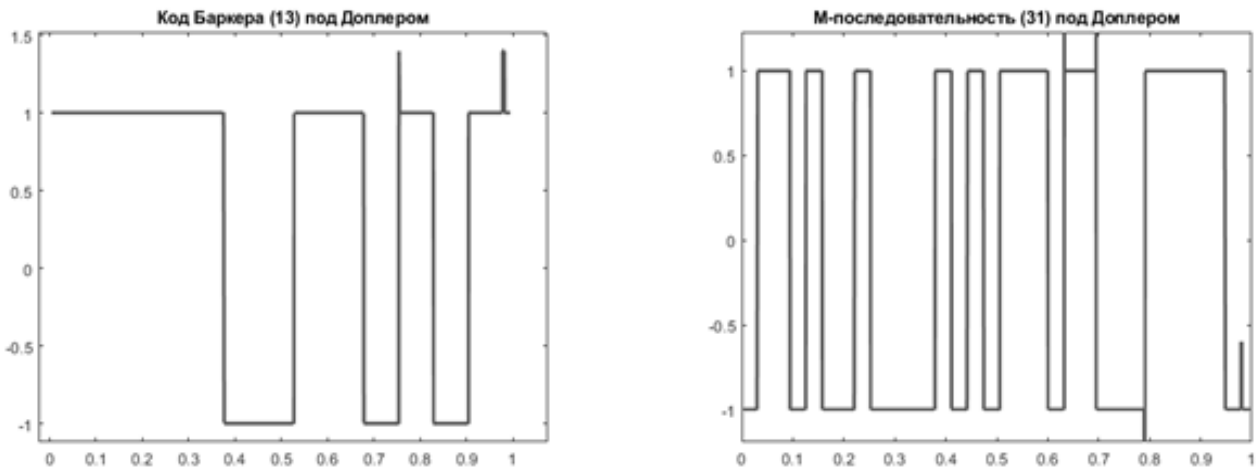


Рис. 8. Графики восстановленных сигналов, соответствующих последовательности Баркера (слева) и М-последовательности (справа)

$$f_{x_0}(t) = \text{STFT}[x_0(t)].$$

5. Коррекция значений частоты в условиях смещения Доплера:

$$F_{max} = \text{median} \{ f(t) \mid f(t) \geq \text{mean}[f(t)] \},$$

$$F_{min} = \text{median} \{ f(t) \mid f(t) < \text{mean}[f(t)] \},$$

$$f(t) = 2 \cdot \frac{f(t) - F_{min}}{F_{max} - F_{min}} - 1. \quad (1)$$

6. Корреляционный поиск путем применения взаимокорреляционной функции между исходной и полученной последовательностями:

$$(S_N \star S_R)(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f^*(\tau) g(t + \tau) d\tau \quad (2)$$

Для проведения экспериментальных работ в соответствии с предложенным методом выбрана М-последовательность длины $N = 31$ и максимальный код

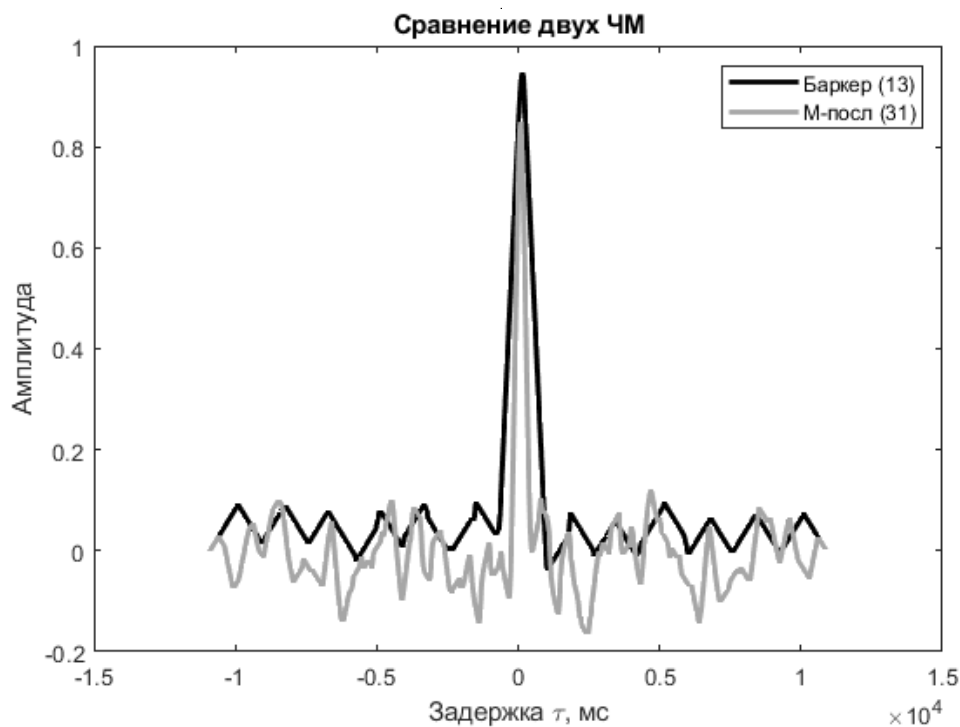


Рис. 9.— График взаимнокорреляционной функции исходного и восстановленного сигналов для последовательности Баркера и М-последовательности

Баркера длины $N = 13$, а также несущие $f_1 = 9$ кГц и $f_2 = 11$ кГц.

Периодический сигнал, полученный в результате кодирования, показан на рисунке 5.

Изменение спектральной мощности сигнала на примере сигнала частотно-манипулированной М-последовательности после применения частотной манипуляции и гетеродинирования показано на рисунке 6.

Результаты оконного преобразования Фурье представлены на рисунке 7. Наличие шумовых всплесков, неизвестного значения частоты Доплера и изначально нечетное, и, следовательно, неравное количество значений в исходных кодах обуславливает необходимость коррекции и нормализации результата к значениям -1 и 1 .

На рисунке 8 представлены восстановленные ЧМ-ШПС сигналы после коррекции (1).

Результат функции, вычисленной по формуле (2), показан на рисунке 9.

Заключение

Таким образом, авторами представлен метод кодирования и обработки сигнала для задач обнаружения быстроподвижных объектов в гидролокации. Результаты исследования данного метода показали его эффективность при корреляционной обработке сигналов, отражённых от быстроподвижных подводных объектов и искажённых вследствие эффекта Доплера.

Разработанный метод может быть использован в рамках задач интеллектуальной обработки многомерных сигналов с использованием пиковых значений АКФ в качестве значений целевой функции. Данное исследование выполнено в рамках выполнения гранта Российского научного фонда (проект № 22-11-00049 от 12.05.2022).

ЛИТЕРАТУРА

1. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х т.: Пер. с фр. Мир, 1983. Vol. 1.
2. Шостак С.В. et al. Решение задачи "Обнаружение-измерение дальности" для малоподвижных объектов методом активной корреляции. // Журнал радиоэлектроники. 2015. № 3.
3. Сколник М. Основы радиолокации. Сов. Радио. 1976. Vol. 1.

4. Woodward P.M., Higinbotham W. Probability and Information Theory, with Applications to Radar: International Series of Monographs on Electronics and Instrumentation / ed. Fry D.W. Pergamon, 2014. 146 p.
5. Окунев Ю.Б. Цифровая передача информации фазомодулированными сигналами. Радио и связь, 1991. 296 p.
6. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. Радио и связь, 1985. 384 p.
7. Малышкин Г.С. Оптимальные и адаптивные методы обработки гидроакустических сигналов. Санкт-Петербург: АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2011. 2 p.
8. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. Мир, 1978.
9. Шостак С.В. et al. Решение задачи “Обнаружение-измерение дальности” для малоподвижных объектов методом активной корреляции // Журнал радиоэлектроники. Учреждение Российской академии наук Институт радиотехники и электроники им . . . , 2015. № 3. P. 16–16.
10. Suvasini L. et al. Extraction of Binary Sequences in a Frequency Shift Keying-Modulated Signal by Empirical Mode Decomposition Algorithm Against Ambient Noises in Underwater Acoustic Channel // Artificial Intelligence and Evolutionary Algorithms in Engineering Systems / ed. Suresh L.P., Dash S.S., Panigrahi V.K. New Delhi: Springer India, 2015. Vol. 325. P. 371–378.
11. Бердышев В.П. et al. Радиолокационные системы. СФУ, 2021.

© Розанов Иван Александрович, Ким Тамара Александровна, Сотников Алексей Александрович (sotnikov@bmsu.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЗАГОРОДНОГО ДОМА

HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR CONTROLLING THE SYSTEM FOR GENERATING ELECTRICAL AND THERMAL ENERGY FOR A COUNTRY HOUSE

**V. Rybak
I. Rimarev**

Summary. Two complementary models for providing a remote country house with electrical and thermal energy are considered. The effectiveness of the use of irreversible, as well as uniaxial and biaxial solar arrays, positioned with the help of appropriate trackers, is analyzed. A software product has been developed for calculating and analyzing the payback period and efficiency of using solar panels, taking into account their types and the power of the radiation received. A new patented scheme for providing a house with thermal energy using a solar collector, supplemented by an instantaneous electric water heater and three additional taps, is described.

Keywords: solar energy, solar tracker, solar collector, payback calculator.

Рыбак Виктор Александрович

К.т.н., доцент, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
v.rybak@bsuir.by

Римарев Игорь Михайлович

Аспирант, Белорусская государственная академия связи

Аннотация. Рассмотрены две дополняющие друг друга модели обеспечения удалённого загородного дома электрической и тепловой энергией. Проанализирована эффективность использования бесповоротных, а также одноосных и двухосных солнечных батарей, позиционируемых при помощи соответствующих трекеров. Разработан программный продукт для расчёта и анализа сроков окупаемости и эффективности использования солнечных панелей с учётом их типов и мощности получаемого излучения. Описана новая запатентованная схема обеспечения дома тепловой энергией с использованием гелеоколлектора, дополненного проточным электроводонагревателем и тремя дополнительными кранами.

Ключевые слова: солнечная энергетика, солнечный трекер, гелеоколлектор, калькулятор окупаемости.

Введение

С развитием нашего общества и увеличением численности населения планомерно растёт необходимость в дополнительной энергии. Не отбрасывая традиционные источники, учёные всё чаще обращают свои взоры на альтернативную энергетику. При этом одно из главных условий использования последней — не причинение вреда окружающей среде, который в явном виде имеется у ископаемых источников (прежде всего — это выбросы диоксида углерода). К возобновляемым «зелёным» видам энергии можно отнести гелиоэнергетику, которая позволяет при использовании соответствующих технологий осуществлять выработку фотоэлектричества и внедрение солнечной тепловой энергии.

Несмотря на то, что результаты проведенных исследований по оценке использования солнечного излучения для целей энергетики свидетельствуют об экономической неэффективности и коммерческой непривлекательности фотоэлектрических модулей

в современных ценовых условиях, для обеспечения энергией труднодоступных удалённых домов видится целесообразным их применение. Для этого был разработан аппаратно-программный комплекс, позволяющий обеспечивать загородный дом электрической (с использованием солнечных панелей) и тепловой энергией (при помощи гелеоколлектора).

Применение солнечных панелей

Солнечная энергетика — перспективное направление в развитии альтернативных источников энергии. Технология продвинулась настолько, что современные батареи способны закрыть потребности в электричестве загородного дома даже в тех широтах, где количество ясных дней весьма ограничено. Принцип действия солнечных батарей основан на возможности взаимодействия солнечного света (а это электромагнитное излучение) с веществом. При этом взаимодействии энергия фотонов (световых частиц) передается электронам вещества, то есть, энергия света преобразуется в постоянный электрический ток [1].

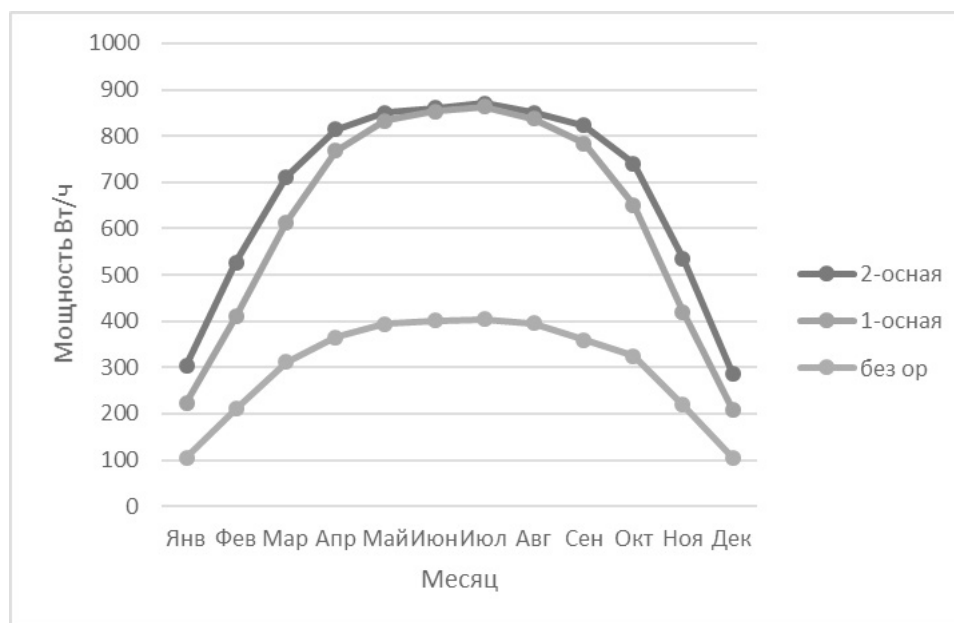


Рис. 1. График максимальной мощности на 1 м² в зависимости от месяца

Наиболее выгодным на широтах Республики Беларусь является постройка солнечных электростанций, использующих фотоэлектрические модули. Данный тип электростанций наиболее распространен, т.к. не имеет жестких требований для установки, а также надежен и прост в эксплуатации. Такие станции требуют помывки панелей 1 раз в год, а также разворота панелей 2 раза в год вследствие изменения положения Солнца.

Вместе с тем, одним из основных способов увеличения эффективности солнечных батарей является их поворот с учётом хода солнца. Солнечный трекер (Solar tracker) — устройство, предназначенное для отслеживания положения солнца и ориентирования несущей конструкции таким образом, чтобы получить максимальный КПД от солнечных батарей (или других устройств, установленных на трекере). Концепция трекера предельно проста — по нескольким датчикам контроллер определяет оптимальное положение для солнечной батареи и заставляет серводвигатель поворачивать платформу с устройством в необходимую сторону. В разрезе использования таких устройств в фотоэлектрических системах, трекеры применяются для отслеживания положения солнца и периодического поворота солнечных панелей для максимизации выработки электроэнергии на протяжении дня [2].

Учитывая особенности ежедневной траектории движения солнца, можно сказать, что эффективный угол поворота панелей — около 150°. Панель, которая зафиксирована в направлении ровно посередине между точками заката и восхода теряет до 75% от максималь-

но возможной выработки в утреннее и вечернее время. Вращение панели от востока к западу для минимизации этих потерь называют однокоординатным слежением. Кроме дневного движения с востока на запад солнце совершает сезонное перемещение между северной и южной сторонами света на 46°. Для того чтобы учитывать эти изменения необходимо двух координатное слежение [3].

В разработанном комплексе использован двусосный солнечный трекер, позволяющий максимально эффективно использовать всю поступающую от солнца энергию. Вместе с тем, приемлемым вариантом также представляется одноосный трекер с выставлением вручную оптимального угла наклона, который корректируется до 4 раз в год, что позволяет получать достаточно высокий уровень отдачи (рисунок 1). Из рисунка следует, что системы ориентирования максимально себя реализуют в холодное время года. Разницы между одноосной и двухосной системами в летнее время практически нет, однако с октября по март двухосная система ориентирования дает выигрыш до 30 процентов по сравнению с одноосным вариантом [4].

Оценка эффективности применения различных типов ориентации дала следующий результат: при двух-осевой ориентации в 6 часов утра было получено значение 87% от зафиксированного максимума, в 12 часов — 100%, в 18 часов вечера — 91%; для одно-осевой ориентации — 69%, 63% и 28% соответственно; для солнечных панелей, закрепленных при 100 градусах ориентации — 57%, 68% и 22% соответственно.

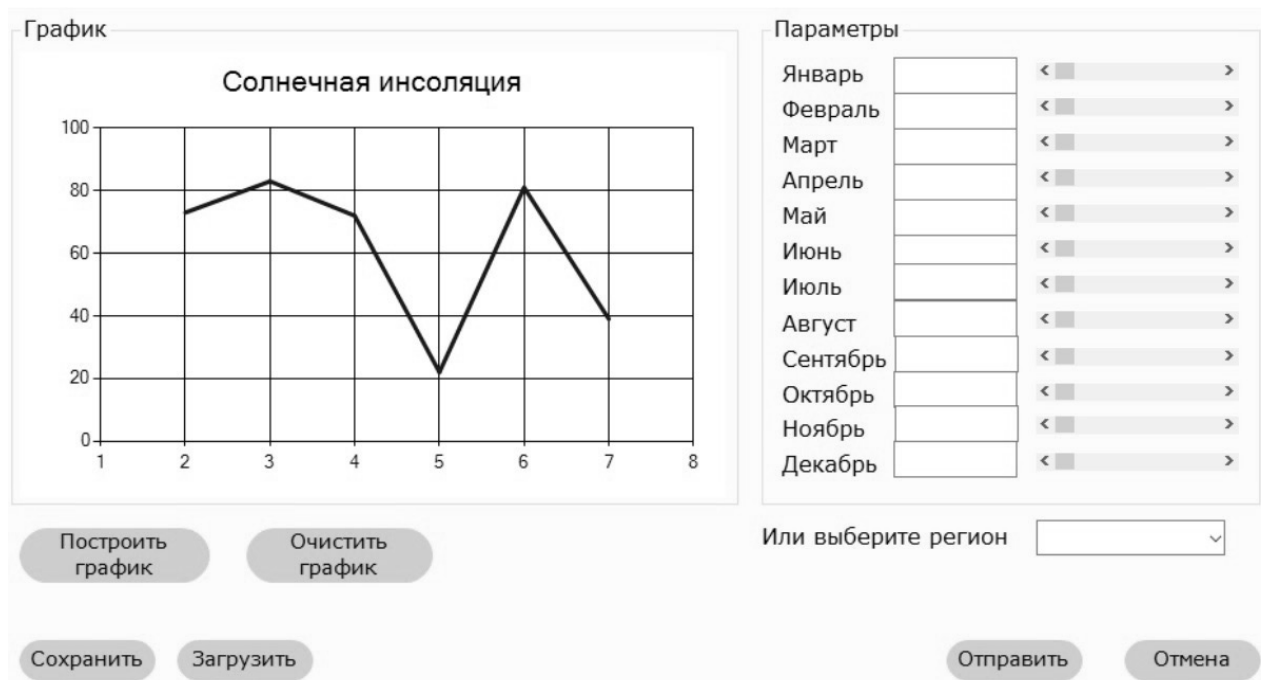


Рис. 2. Форма расчета солнечной инсоляции программного средства для расчета окупаемости солнечных батарей

Для оценки эффективности применения солнечных батарей и сроков их окупаемости был разработан программный продукт, улучшающий функциональные возможности существующих аналогов. При переходе на сайт для расчета окупаемости солнечных батарей — <https://eurobat.ru/solar/> мы попадаем на главную страницу. По сути, главная страница — это калькулятор для расчета окупаемости солнечных батарей, на которой и происходят все расчеты. Расчет начинается с выбора местоположения будущей электростанции. Имеется возможность, как ввести адрес вручную, так и поставить маркер на карте, после чего адрес выберется в соответствии с местоположением маркера. Следующий шаг — определение солнечной батареи. На этом этапе имеется возможность выбрать нужную солнечную батарею из списка существующих, указать количество солнечных батарей и угол наклона. Однако нет возможности самому указать мощность солнечной батареи, что является существенным недостатком, поскольку пользователь не имеет возможности рассчитать окупаемость солнечных батарей, которых нет на сайте, для этого будет необходимо искать другой Интернет-ресурс.

Проанализировав данный сайт стоит отметить его основные достоинства и недостатки. К недостаткам сайта можно отнести: отсутствие возможности самому указать мощность солнечной батареи; отсутствие возможности ввода нагрузки вручную, например, по-

средством сверки с квитанциями за электричество, так как просмотр всей техники и оценка нагрузки каждой из них занимает значительное время; отсутствие возможности рассчитать окупаемость солнечных батарей, которых нет на сайте.

К достоинствам данного сайта можно отнести: возможность выбора местоположения на карте; просмотр диаграммы окупаемости солнечных батарей согласно тарифу на электроэнергию; просмотр стоимости электростанции и просмотр чистой прибыли за 20 лет.

При переходе на сайт для расчета окупаемости солнечных батарей — <https://solare.ru/solarcalc/> мы попадаем на главную страницу — такой же калькулятор для расчета окупаемости солнечных батарей, как и на ранее рассмотренном сайте. При этом оба сайта выполняют одни и те же функции и имеют одинаковые недостатки, которые были учтены при разработке программного продукта.

Так, например, если значение солнечной инсоляции заранее не известно, то можно выбрать регион, после чего значение солнечного региона автоматически заполнится. Если же требуемого региона нет в списке, то значение солнечной инсоляции можно задать вручную, для этого необходимо нажать на надпись «Рассчитать» рядом с полем для ввода солнечной инсоляции, после чего произойдет переход на форму для расчета

солнечной инсоляции (Рисунок 2). Также имеется возможность как описать характеристики новой солнечной панели, так и выбрать из списка существующие. Кроме того, реализован алгоритм «что если», позволяющий анализировать как изменятся одни параметры при изменении других.

Таким образом, для обеспечения электроэнергией загородного дома, куда невозможно или нецелесообразно протянуть линию электропередач, был разработан программно-аппаратный комплекс, включающий в себя полный комплект солнечных батарей с двусосным трекером. Эффективность и окупаемость такого оборудования может быть рассчитана и проанализирована с использованием созданного программного продукта.

Применение гелиоколлекторов

В рамках проводимых исследований была разработана и запатентована новая схема функционирования гелиоколлектора, применимая для домов, удалённых от поставок электричества и тёплой воды. Предлагаемое техническое решение относится к установкам горячего водоснабжения потребителей загородных домов, которые в тёплый период года осуществляют нагрев холодной воды солнечным излучением.

Известна конструкция гелиоустановки горячего водоснабжения загородного дома [5], содержащая вакуумный гелиоколлектор, насос и оборудованный электронагревателем бак-аккумулятор горячей воды, который входом холодной воды через первый кран подключен к водопроводу холодной воды, выход холодной воды которого через насос и вакуумный гелиоколлектор присоединен к его входу горячей воды, при этом к выходу горячей воды бака-аккумулятора горячей воды подключены потребители горячей воды загородного дома.

Эта гелиоустановка горячего водоснабжения загородного дома работает в тёплый период года следующим образом. На светлое время суток блок управления подключает электродвигатель насоса к электросети и тем самым вводит в работу насос. Насос забирает холодную воду из нижней зоны бака-аккумулятора горячей воды и через вакуумный гелиоколлектор подает ее обратно в бак-аккумулятор через его вход горячей воды. При движении холодной воды через вакуумный гелиоколлектор она нагревается теплотой, в которую преобразует вакуумный гелиоколлектор, падающие на него солнечное излучение.

Нагретая холодная вода за дневное время работы гелиоустановки до нормируемой температуры +60 градусов затем подается потребителям загородного дома.

Если за дневное время работы гелиоустановка не нагрела холодную воду до температуры +60 градусов, то дополнительный нагрев осуществляют подключением к электросети электронагревателя бака-аккумулятора горячей воды.

К недостатку данной гелиоустановки горячего водоснабжения загородного дома следует отнести ее пониженную надежность в работе и сложность конструкции и эксплуатации.

Пониженная надежность работы гелиоустановки обусловлена возможностью разрушения вакуумного гелиоколлектора градом и высоким давлением водяного пара, в который он может преобразовать проходящую через него воду.

Сложность эксплуатации гелиоустановки горячего водоснабжения загородного дома обусловлена необходимостью вручную зашторивать часть поверхности вакуумного гелиоколлектора для предотвращения преобразования вакуумным гелиоколлектором протекающей через него воды в пар высокого давления. Сложность конструкции гелиоустановки обусловлена наличием в ней сложной по конструкции вакуумного гелиоколлектора.

Наиболее близкой по конструкции к заявляемой конструкции гелиоустановки горячего водоснабжения загородного дома является более простая по конструкции гелиоустановка с повышенной надежностью в работе [6].

Эта гелиоустановка горячего водоснабжения загородного дома содержит насос, плоский гелиоколлектор и оборудованный электронагревателем бак-аккумулятор горячей воды, который входом холодной воды подключен к водопроводу холодной воды, а его выход холодной воды через насос и плоский гелиоколлектор присоединен к его входу горячей воды, при этом к выходу горячей воды бака-аккумулятора горячей воды подключены потребители горячей воды загородного дома.

В тёплый период года гелиоустановка работает следующим образом. На светлое время суток блок управления подключает электродвигатель насоса к электросети и тем самым вводит в работу насос, который забирает холодную воду из нижней зоны бака-аккумулятора горячей воды и через плоский гелиоколлектор подает ее обратно в бак-аккумулятор. При прохождении холодной воды через теплопроводящие с черными покрытиями трубы плоского гелиоколлектора она нагревается теплотой, в которую плоский гелиоколлектор преобразует падающие на него солнечное излучение.

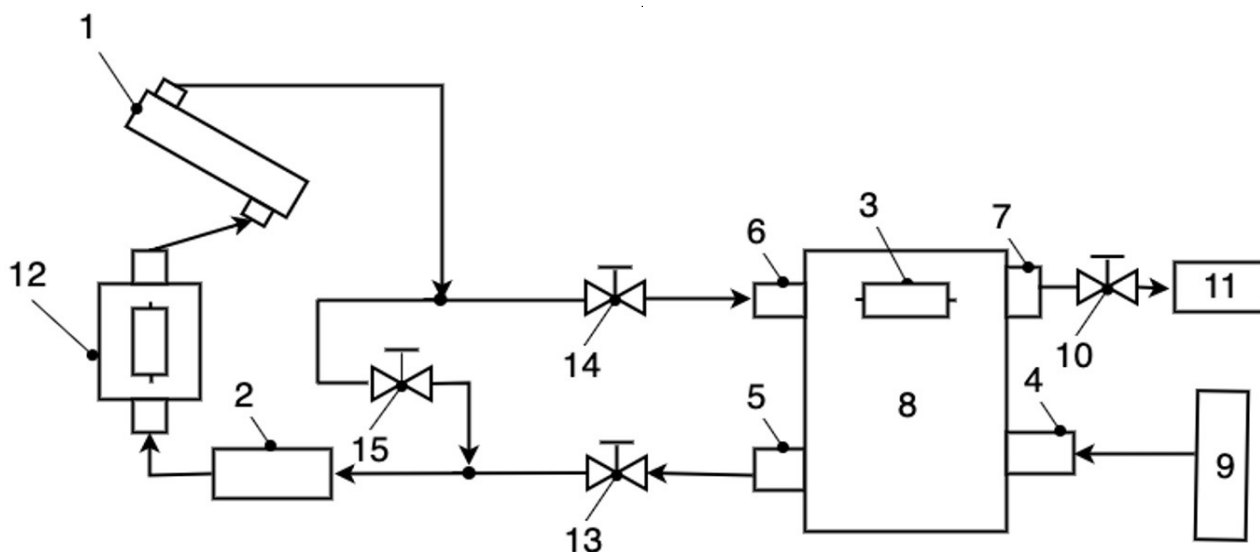


Рис. 3. Гелиоустановка горячего водоснабжения загородного дома

Если за время работы гелиоустановки в течение светлого времени суток вода не нагрелась до нормируемой температуры $+60$ градусов перед подачей ее потребителем загородного дома, то подключают к электросети электронагреватель бака-аккумулятора и он повышает температуру воды до нормируемой величины и затем воду подают потребителям загородного дома.

К недостатку этой гелиоустановки следует отнести ее пониженную эффективность работы. Пониженная эффективность работы обусловлена образованием на светлопрозрачном покрытии плоского гелиоколлектора в холодное время суток снега-льда, существенно уменьшающего величину солнечного излучения поступающего на преобразователь солнечного излучения в тепловую энергию, в результате чего существенно уменьшается тепловая мощность гелиоколлектора.

Технической задачей заявляемой гелиоустановки горячего водоснабжения загородного дома является повышение ее эффективности работы путем удаления снега-льда со светлопрозрачного покрытия плоского гелиоколлектора.

Поставленная техническая задача решается тем, что гелиоустановка горячего водоснабжения загородного дома, содержащая насос, плоский гелиоколлектор и оборудованный электронагревателем бак-аккумулятор горячей воды, подключенный входом холодной воды к водопроводу холодной воды, при этом к выходу горячей воды бака-аккумулятора горячей воды через основной кран подключены потребители горячей воды загородного дома, дополнительно снабжена проточным электроводонагревателем и тремя допол-

нительными кранами, при этом выход холодной воды бака-аккумулятора горячей воды через первый дополнительный кран, насос, проточный электроводонагреватель, плоский гелиоколлектор и второй и третий дополнительные краны присоединен соответственно ко входу горячей воды бака-аккумулятора горячей воды и входу насоса гелиоустановки.

Сущность заявляемой полезной модели гелиоустановки горячего водоснабжения загородного дома поясняется ее функциональной схемой, изображенной на рисунке 3.

Существующая гелиоустановка горячего водоснабжения загородного дома (рисунок 3) содержит плоский гелиоколлектор 1, насос 2 и оборудованный электронагревателем 3, а также входом 4 и выходом 5 для холодной воды и входом 6 и выходом 7 для горячей воды бак-аккумулятор 8 горячей воды, подключенный входом 4 холодной воды к водопроводу 9 холодной воды, при этом к выходу 7 горячей воды бака-аккумулятора 8 горячей воды через основной кран 10 подключены потребители 11 горячей воды загородного дома.

Для повышения эффективности работы гелиоустановки горячего водоснабжения загородного дома она дополнительно снабжена проточным электроводонагревателем 12 и тремя кранами 13, 14, 15.

При этом выход 5 холодной воды бака-аккумулятора 8 горячей воды через первый дополнительный кран 13, насос 2, проточный электроводонагреватель 12, плоский гелиоколлектор 1, второй и третий дополнительные краны 14 и 15 присоединен соответственно ко вхо-

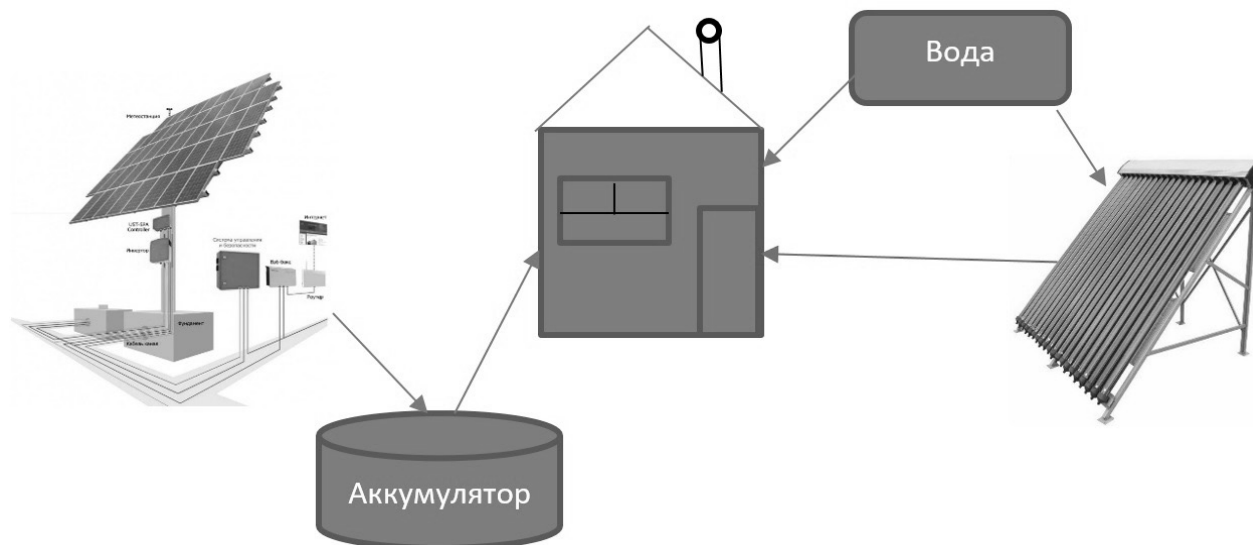


Рис. 4. Общая схема обеспечения загородного дома электрической и тепловой энергией

ду 6 горячей воды бака-аккумулятора 8 горячей воды и входу насоса 2 гелиоустановки.

В теплый период года заявляемая гелиоустановка работает следующим образом. При закрытом кране 15 и открытых кранах 13, 14 холодная вода из водопровода 9 заполняет бак-аккумулятор 8 горячей воды, насос 2 и плоский гелиоколлектор 1.

После этого блок управления подключает электродвигатель насоса 2 к электросети и тем самым вводит в работу насос 2. Насос 2 забирает холодную воду из бака-аккумулятора 8 горячей воды и насос 2 через открытый кран 13, проточный электроводонагреватель 12, плоский гелиоколлектор 1 и открытый кран 14 подает ее обратно через вход 6 горячей воды в бак-аккумулятор 8. При прохождении воды через плоский гелиоколлектор 1 она нагревается теплотой, в которую преобразует плоский гелиоколлектор, падающее на него солнечное излучение.

Если за светлое время суток гелиоустановка не нагрела воду до нормируемой температуры +60 градусов, то дополнительный нагрев воды осуществляют путем подключения к электросети электронагревателя 3 бака-аккумулятора 8 горячей воды.

В случае образования в холодное время суток теплового периода снега-льда на поверхности светлого прозрачного покрытия плоского гелиоколлектора 1, то для его удаления закрывают краны 13, 14, открывают кран 15, вводят в работу насос 2 и подключают проточный электроводонагреватель 12 к электросети. Насос 2 осуществляет движение воды по замкнутому контуру:

проточный электроводонагреватель 12, плоский гелиоколлектор 1, открытый кран 15, вход насоса 2. При этом электроводонагреватель 12 нагревает движущуюся через него воду до температуры 90–95 градусов и затем эта вода проходит через теплопроводящие трубы с черными покрытиями плоского гелиоколлектора 1 и они преобразуют часть тепловой энергии воды в тепловое излучение, которое проходит через воздушную среду плоского гелиоколлектора 1, его светопрозрачное покрытие и падает на слой снега-льда и преобразуется в теплоту, которая и вызывает таяние снега-льда. После удаления снега-льда с поверхности плоского гелиоколлектора 1 закрывают дополнительный кран 15, и открывают краны 13, 14, и гелиоустановка горячего водоснабжения загородного дома начинает работать в обычном режиме. Следует отметить, что вначале работы горячая вода с высокой температурой (более 80 градусов) из плоского гелиоколлектора 1 вытесняется холодной водой в бак-аккумулятор 8 горячей воды и тем самым полезно используется тепловая энергия проточного электроводонагревателя 12. С удалением снега-льда с поверхности гелиоколлектора 1 увеличивается эффективность работы гелиоустановки, так как все солнечное излучение падающее плоский гелиоколлектор поступает на преобразователь солнечного излучения в тепловую энергию в результате чего увеличивается тепловая мощность плоского гелиоколлектора.

Таким образом, в процессе эксплуатации заявляемой гелиоустановки горячего водоснабжения загородного дома происходит достижение поставленной технической задачи — повышение эффективности работы гелиоустановки за счет дополнительного оборудова-

ния ее проточным электроводонагревателем и тремя дополнительными кранами, присоединения выхода холодной воды бака-аккумулятора горячей воды через первый дополнительный кран, насос, проточный электроводонагреватель, плоский гелиоколлектор, второй и третий дополнительные краны соответственно ко входу горячей воды бака-аккумулятора горячей воды и входу насоса гелиоустановки.

Формула полезной модели

Гелиоустановка горячего водоснабжения загородного дома, содержащая плоский гелиоколлектор, насос и оборудованный электронагревателем бак-аккумулятор горячей воды, подключенный входом холодной воды к водопроводу холодной воды, при этом к выходу горячей воды бака-аккумулятора горячей воды через основной кран подключены потребители горячей воды загородного дома, отличающаяся тем, что дополнительно снабжена проточным электроводонагревателем и тремя дополнительными кранами, при этом выход холодной воды бака-аккумулятора горячей воды через первый дополнительный кран, насос, проточный электроводонагреватель, плоский гелиоколлектор, второй и третий дополнительные краны присоединен соответственно ко входу горячей воды бака-аккумулятора горячей воды и входу насоса гелиоустановки.

Таким образом, схема обеспечения загородного дома электро- и тепловой энергией используя солнечные батареи и гелиоколлекторы, представлена на рисунке 4.

Заключение

В данной работе рассмотрено использование наиболее эффективных и экономически обоснованных способов повышения производительности солнечных панелей, лучшим из которых определен способ ориентирования батарей при помощи солнечных трекеров.

Для города Минска было рассчитано, что наиболее эффективной является двухосная система ориентирования, которая является более экономически обоснованной для использования, чем батареи без систем ориентирования или с одноосной системой. Расчет показал, что выигрыш в мощности составляет до 63–68 процентов в различные часы.

Вместе с тем, существенный прорыв в области повышения эффективности использования солнечных панелей мог бы произойти в случае улучшения технологий преобразования солнечной энергии в электрическую, ибо, как известно, существующий коэффициент полезного действия на сегодня составляет около 20%.

Для расчёта и анализа окупаемости и эффективности использования солнечных панелей был разработан программный комплекс, который выгодно отличается дополнительными функциями от существующих аналогов.

Разработанная и запатентованная схема гелиоколлектора позволяет получать тёплую воду для условий, при которых доступ к электричеству и теплоснабжению затруднён или невозможен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Принцип работы солнечной батареи и ее разновидности [Электронный ресурс] // Портал «ГЕОСТАРТ». URL: <https://geostart.ru/post/17215> (дата обращения: 01.08.2022).
2. Методы мониторинга солнечной активности / Стасевич И.А. // 55-я Юбилейная научная конференция БГУИР, Мн., С. 142–143.
3. Исследование способов и средств ориентации солнечных панелей / Жигарев Ф.М., Денисенко Д.Ю. // Сборник трудов XVII Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В двух томах. Ростов-на-Дону. — Таганрог. — 2019. — С. 21–25.
4. Системы ориентирования фотоэлектрических панелей солнечной электростанции / Краснощек П.М. // Днепрпетровск, 2018. — 95 с.
5. Система подогрева воды в системе горячего водоснабжения при помощи солнечной энергии / Под общ. редакцией Шониной Н.А. — М.: Ж. «Сантехника» № 3, 2015.
6. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха / Под ред. Л.Д. Богуславского и др.-М.: Стройиздат, 1990. — С. 353–354.

© Рыбак Виктор Александрович (v.rybak@bsuir.by), Римарев Игорь Михайлович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА ЗЕРНА ДЛЯ ЕГО СОРТИРОВКИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

SIMULATION OF A CONSUMER BELT CONVEYOR FOR ITS SORTING BASED ON SPECTRAL ANALYSIS

A. Sivtsev
A. Generalov

Summary. An algorithm for creating a simple model of a grain conveyor belt with foreign impurities, the amount and size of which is regulated, is proposed. An algorithm for modeling the spectral properties of objects of the above model is described. An example of using this model for spectral analysis for the presence of impurities in grain is given.

Keywords: grain sorting, spectral analysis, intersection area.

Сивцев Алексей Олегович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»
sivtsevao@mgpp.ru

Генералов Александр Витальевич

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»
sadha.generalow@gmail.com

Аннотация. Предложен алгоритм создания простой модели ленточного конвейера зерна, имеющего посторонние примеси, количество и размеры которых регулируются. Описан алгоритм моделирования спектральных свойств объектов вышеупомянутой модели. Приведён пример использования данной модели для спектрального анализа на наличие посторонних примесей в зерне.

Ключевые слова: сортировка зерна, спектральный анализ, площадь пересечения.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, Россия, с 2014 по 2017 гг., стоит на третьем месте в мире в рейтинге стран по производству пшеницы. По данным той же организации, в период с 2000 по 2017 гг., Россия только наращивала своё производство пшеницы. Данные по производству пшеницы взяты как пример производств зерновых культур. И даже из этого примера видна положительная тенденция в наращивании зернового производства в России. Имея такую тенденцию, Россия остаётся неразвитой в плане технологичности её производства. Так, по данным федеральной службы государственной статистики, число используемых передовых производственных технологий в производстве пищевых продуктов с 2019 по 2020 гг. упало на 18%, а доля машин в общем объёме на производствах в 2019 г. составила 38,5%. Похожий анахронизм можно заметить и в нормативно-технических документах РФ. По ГОСТу 30483–97 методом выделения примесей из навески зерна или семян бобовых культур является ручная разборка с применением сит. Проанализировав рынок сортировочного оборудования для зерна в РФ, можно убедиться в неточности отечественной сортировки. Минимальное количество оборудования для сортировки использует оптические технологии для выявления кол-ва примесей в зерне, использование которых увеличивает точность очистки. И если к производству оптической техники в России вопросов нет, то в сфере

алгоритмизации не всё так гладко. Алгоритмов по оптическому обнаружению примесей в зерне в свободном доступе нет. Данная статья является пособием по созданию модели ленточного конвейера зерна, на основе которой можно обрабатывать разные алгоритмы по обнаружению примесей, проверяя их на эффективность.

Математическая модель ленточного конвейера

Основой данной модели является умозрительная ось координат, по которой и будут перемещаться объекты [1], представляющие собой зёрна и примеси. Границы видимой части ленты задаются заранее. В данном случае границами будут условные X_{max} и Y_{max} . Таким образом объекты будут перемещаться по ленте справа налево по оси абсцисс — от большего значения координаты, ограничивающей видимую часть ленты, до нуля. Заполнение же будет происходить снизу вверх по оси ординат — от нуля до большего значения координаты, ограничивающей видимую часть ленты. Каждый создаваемый объект будет хранить в себе координаты центров по OX и OY . Объекты будут делиться на два вида: зёрна и примеси. В зависимости от вида, они также будут хранить данные о своей форме: эллипс, который представляет собой зерно, будет хранить значения его полуосей; прямоугольник, который представляет собой примесь, будет хранить значения половин его

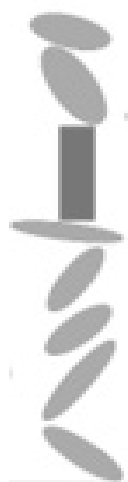


Рис. 1. Пример заполненного столбца

высоты и ширины. Видимая часть конвейерной ленты будет состоять из столбцов, заполненных эллипсами и прямоугольниками (см. рис. 1).

Заполнение каждого нового столбца происходит следующим образом:

1. создаётся первый элемент столбца с начальными координатами центра ($X_{max} \ 0$);
2. значение координаты его центра по OY увеличивается так, чтобы все точки данной фигуры имели значение координаты по OY больше нуля (иными словами, нужно поднять фигуру так, чтобы она была выше OX);
3. далее создаётся следующий элемент столбца с координатами центра равными координатам центра предыдущего объекта (иными словами, новый объект создаётся внутри предыдущего);
4. значение координаты центра нового объекта по OY изменяется так, чтобы он не имел точек пересечения с предыдущим объектом (иными словами, нужно поднять новую фигуру так, чтобы она не пересекалась с предыдущей);
5. далее пункты 3 и 4 повторяются, пока значения координат всех точек новых объектов по OY меньше значения Y_{max} (иными словами, пока все точки новых объектов ниже заданной максимальной высоты видимой части ленточного конвейера).

Для реализации пункта 4 следует составить алгоритм поиска двух точек каждой из фигур: точка с самым маленьким и самым большим значением координаты по OY . И если в рамках данной модели найти указанные точки для прямоугольника без угла поворота легко, то для эллипса с углом поворота α они определяются по нижеуказанным формулам.

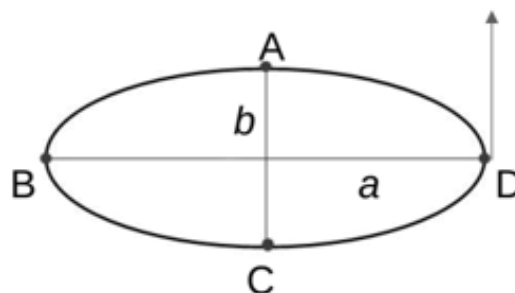


Рис. 2. Пример эллипса с указанием направления поворота

♦ Если $\alpha < 90^\circ$:

$$D = y_0 + a * \sin(\alpha); A = y_0 + b * \cos(\alpha); \quad (1)$$

$$B = y_0 - a * \sin(\alpha); C = y_0 - b * \cos(\alpha). \quad (2)$$

♦ Если $\alpha > 90^\circ$:

$$D = y_0 + a * \sin(\alpha); A = y_0 - b * \cos(\alpha); \quad (3)$$

$$B = y_0 - a * \sin(\alpha); C = y_0 + b * \cos(\alpha). \quad (4)$$

♦ Если $\alpha = 90^\circ$:

$$D = y_0 + a; A = y_0; \quad (5)$$

$$B = y_0 - a; C = y_0. \quad (6)$$

Где y_0 и x_0 — координаты центра эллипса; a и b — полуоси эллипса.

Формулы справедливы для эллипса, вращение которого происходит против часовой стрелке, а расположение указанных в формулах точек имеет вид рис. 2.

Далее можно приступить к описанию алгоритма перемещения столбцов:

1. каждый новый столбец создаётся по тому же алгоритму, что и предыдущий (то есть создаются «поверх» предыдущих);
2. значения координат каждого элемента предыдущего столбца по OX изменяются так, чтобы элементы предыдущего столбца не имели точек пересечения с элементами нового столбца (иными словами, предыдущий столбец перемещается влево по OX);



Рис. 3. графическая интерпретация результата работы программы

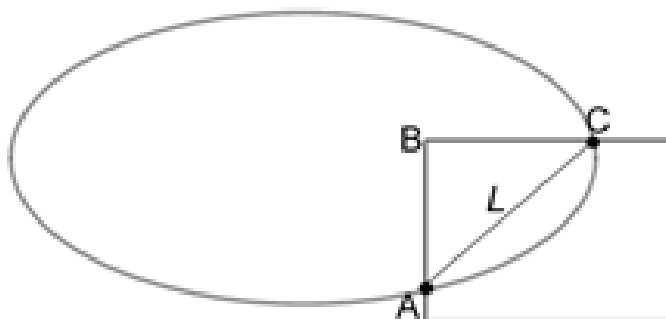


Рис. 4. многоугольник ABC, получившийся при пересечении эллипса с прямоугольником

3. далее все столбцы, созданные ранее, также «перемещаются влево»;
4. столбцы, элементы которых имеют значения координат по Ox меньше нуля, удаляются.

Для реализации пунктов 2 и 3 необходимо найти самое большое значение координаты по Ox и самое маленькое для всех фигур столбца. Если для прямоугольника способ их определения понятен, то для эллипса следует пользоваться следующими формулами.

♦ Если $\alpha < 90^\circ$:

$$D = x_0 + a * \cos(\alpha); A = x_0 - b * \sin(\alpha); \quad (7)$$

$$B = x_0 - a * \cos(\alpha); C = x_0 + b * \sin(\alpha). \quad (8)$$

♦ Если $\alpha > 90^\circ$:

$$D = x_0 - a * \cos(\alpha); A = x_0 - b * \sin(\alpha); \quad (9)$$

$$B = x_0 + a * \cos(\alpha); C = x_0 + b * \sin(\alpha). \quad (10)$$

♦ Если $\alpha = 90^\circ$:

$$D = x_0; A = x_0 - b; \quad (11)$$

$$B = x_0; C = x_0 + b. \quad (12)$$

Таким образом, если учесть погрешности в вычислениях, задать при создании каждого эллипса случайный угол поворота, размеры полуосей, а для прямоугольника случайные высоты и длины, представляя данную модель графически, получится результат, который можно наблюдать на рис. 3.

Придание объектам оптических свойств

Наличие физических свойств объектов математической модели имеет место при возможности их считать. В данном случае считывание происходит с помощью объекта, представляющего собой эллипс со значениями полуосей, заданными заранее. Данный объект будет называться сканером.

У объектов, попавших на сканер, высчитывается площадь, которая представляет собой мощность потока светового излучения [2], упавшего на тело. С по-

$$x = \frac{x_0 - x_{0c}}{|x_0 - x_{0c}|} * a_c * \sqrt{1 - \frac{(y - y_{0c})^2}{b_c^2}} + x_{0c} \quad (1)$$

$$\frac{((x - x_0) * \cos(\alpha) + (y - y_0) * \sin(\alpha))^2}{a^2} + \frac{(-(x - x_0) * \sin(\alpha) + (y - y_0) * \cos(\alpha))^2}{b^2} = 1 \quad (2)$$

$$f(y) = \frac{x_0 - x_{0c}}{|x_0 - x_{0c}|} * a_c * \sqrt{1 - \frac{(y - y_{0c})^2}{b_c^2}} + x_{0c} \quad (3)$$

$$g(y) = \frac{-2 * (y - y_0) * \sin(\alpha) * \cos(\alpha) * (b^2 - a^2)}{2 * (\cos(\alpha)^2 * b^2 + \sin(\alpha)^2 * a^2)} - \frac{\frac{(x_0 - x_{0c})}{|x_0 - x_{0c}|}}{2 * (\cos(\alpha)^2 * b^2 + \sin(\alpha)^2 * a^2)} * \sqrt{(2 * (y - y_0) * \sin(\alpha) * \cos(\alpha) * (b^2 - a^2))^2 - 4 * (\cos(\alpha)^2 * b^2 + \sin(\alpha)^2 * a^2) * ((y - y_0)^2 * (\sin(\alpha)^2 * b^2 + \cos(\alpha)^2 * a^2) - a^2 * b^2)} \quad (4)$$

$$\frac{(x - x_{0c})^2}{a_c^2} + \frac{(y - y_{0c})^2}{b_c^2} < 1 \quad (5)$$

мощью этих данных, зная коэффициенты отражения разных зерновых культур, можно высчитать близкую к действительности мощность потока светового излучения, отражённого от тела.

Основная сложность в реализации сканера заключается в высчитывании площади объектов, имеющих более одной общей точки с эллипсом, представляющем сканер.

Определение площади пересечения двух эллипсов

Для начала следует убедиться в наличии общих точек двух эллипсов и, если они имеются, определить значения их координат. Для этого следует ввести условные обозначения:

- x_0, y_0 — координаты центра эллипса, представляющего зерно;
- a, b — полуоси эллипса, представляющего зерно;
- x_{0c}, y_{0c} — координаты центра эллипса, представляющего сканер;
- a_c, b_c — полуоси эллипса, представляющего сканер.

Тогда уравнение эллипса, представляющего собой сканер, будет иметь вид уравнения эллипса, выраженного через x (см. ур. 1) [4].

Уравнение эллипса, представляющего собой зерно, будет иметь уравнение эллипса с углом наклона α (см. ур. 2) [4].

Зная данные уравнения, можно составить систему и методом итераций определить не только наличие общих точек, но и их координаты.

После нахождения координат точек пересечения двух эллипсов можно приступить к нахождению площади их пересечения. Сделать это можно с помощью интегрирования модуля разности их функций [5], которые имеют вид (см. ур. 3 и ур. 4).

Зная подынтегральные функции, можно найти определённый интеграл, значение которого и будет являться искомой площадью, с помощью формулы Симпсона [3].

Определение площади пересечения эллипса с прямоугольником

Чтобы определить наличие общих точек между прямоугольником и эллипсом, достаточно рассмотреть прямоугольник как четыре прямые, ограниченные вершинами рассматриваемого прямоугольника. Зная уравнение прямой, а также уравнение эллипса, представляющего собой сканер (см. ур. 1), можно найти точки их пересечения методом итераций, составив систему их уравнений. Так следует сделать для каждой прямой, составляющей прямоугольник.

Зная точки пересечения, можно приступить к нахождению площади их пересечения. Зная координаты

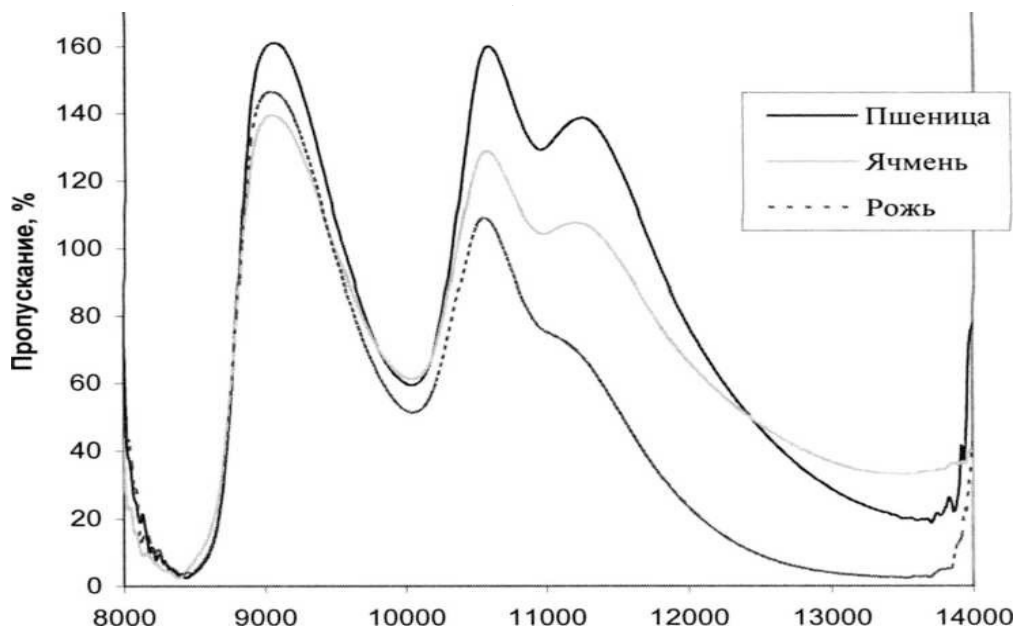


График 1. Графики действительных спектров отражения разных зерновых культур

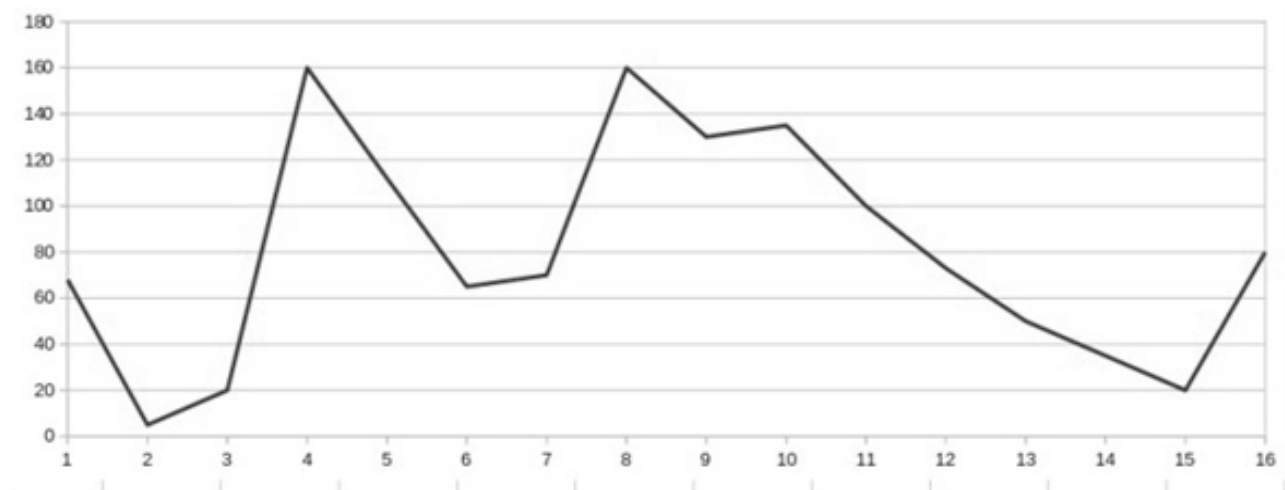


График 2. Дискретизированный на 16 частей график спектра отражения пшеницы

вершин прямоугольника, можно определить, которые из них находятся внутри эллипса с помощью неравенства [6] (см. ур. 5).

Приняв точки пересечения эллипса с прямоугольником и точки, находящиеся внутри эллипса, за вершины некоторого многоугольника (многоугольник *ABC* на рис. 4), можно найти его площадь по формуле площади Гаусса.

Остаётся найти площадь пересечения прямой *L* (см. рис. 4) с эллипсом. Сделать это можно с помощью инте-

грирования модуля разности функции прямой и эллипса.

Определение положения фигуры относительно эллипса, представляющего сканер

Если фигура не имеет общих точек с эллипсом, представляющем сканер, то она расположена относительно него либо внутри, либо снаружи. Определить это можно с помощью неравенства (см. ур. 5).

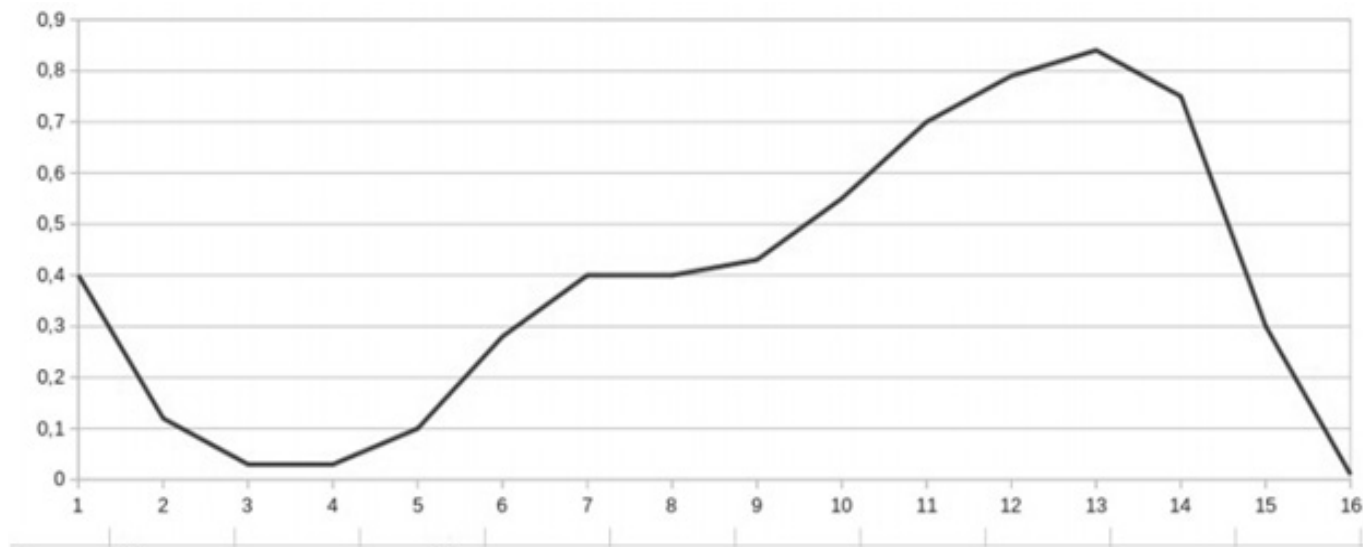


График 3. Часть синусоиды, представляющая собой график спектра отражения мусора

Если фигура расположена относительно сканера внутри его, то площадь находится по формуле полной площади эллипса или прямоугольника соответственно.

Пример использования модели для спектрального анализа

После реализации вышеописанной модели можно приступить к созданию алгоритма спектрального анализа зерна на наличие в нём посторонних примесей.

Получение мощности светового потока, отражённого от объекта

Мощность отражённого светового потока зависит от мощности светового потока, упавшего на объект, и оптических свойств объекта. Если мощность светового потока, упавшего на объект, известна (см. стр. 5), то мощность отражённого светового потока предстоит вычислить. Для этого нужно задать объектам коэффициенты отражения [7].

Для зерна можно использовать график действительного спектра отражения зерна (см. график 1).

Дискретизировав [8] выбранный график, можно получить коэффициент отражения для каждого значения длины волны. В данном примере будет использован дискретизированный на 16 частей график спектра отражения пшеницы (см. график 2).

Теперь, зная значения коэффициенты отражения (на граф. 2 значения на оси ординат, делённые на 10^3) зерна для каждого дискретного значения длины волны

[9], можно определить, во сколько раз мощность отражённого от него светового потока меньше упавшего.

Для этого следует ввести условные обозначения:

p — коэффициент отражения;

Φ — мощность светового потока, отражённого от тела;

Φ_0 — мощность светового потока, упавшего на тело;

N — во сколько раз мощность отражённого светового потока меньше упавшего.

Тогда, зная формулу (см. ур. 6), можно легко найти значения N для каждой длины волны.

$$N = \frac{1}{p} \quad (6)$$

Зная значения N для каждого дискретного значения длины волны, можно найти мощности отражённого от объекта светового потока для каждой длины волны, умножив мощность упавшего светового потока на N .

Для мусора алгоритм действий будет идентичен. Как пример, графиком спектра отражения мусора может являться часть синусоиды (см. график 3).

Зная мощности световых потоков, отражённых от зерна и мусора, для каждой длины волны, можно, просуммировав их (суммировать следует мощности, относящиеся к одинаковым длинам волн), построить график спектра отражения зерна с мусором (см. ур. 7). Полученные данные будут являться смоделированным результатом работы спектроанализатора.

$$p = \frac{\Phi}{\Phi_0} \quad (7)$$

Вывод

Описанный выше алгоритм создания модели ленточного конвейера зерна с примесями является основой для создания более сложных моделей, так как

данный пример имеет целью описать математическую основу для создания подобных моделей. Модель [10], описанная выше, может использоваться не только для испытания алгоритмов спектрального анализа, но и для оптического анализа на выявление в зерне примесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++ = Object-Oriented Analysis and Design with Applications / Пер. И. Романовский, Ф. Андреев. — 2-е изд. — М., СПб.: «Бином», «Невский диалект», 1998.
2. Гуревич М.М. Фотометрия. Теория, методы и приборы. — 2-е изд. — Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1983.
3. Петров И.Б., Лобанов А.И. Лекции по вычислительной математике. М.: Интуит, Бином, 2006.
4. И. Бронштейн. Эллипс // Квант, № 9, 1970.
5. Виноградов И.М. Интеграл // Математическая энциклопедия. — М., 1977.
6. Беккенбах Э.Ф. Неравенства // Наука. — М., 1978.
7. ГОСТ 26148–84. Фотометрия. Термины и определения.
8. Самофалов К.Г., Романкевич А.М., Валуйский В.Н., Каневский Ю.С., Пиневиц М.М. Прикладная теория цифровых автоматов. — Киев. Вища школа, 1987.
9. Гагарин А.П. Свет // Физическая энциклопедия / Гл. ред. А.М. Прохоров. — М. Большая российская энциклопедия, 1992. — Т. 3.
10. Математический энциклопедический словарь / Гл. ред. Прохоров Ю.В. — М., Сов. Энциклопедия, 1988–847 с.
11. Назойкин, Е.А. Идентификация производственных процессов с использованием методов имитационного моделирования / Е.А. Назойкин, И.Г. Благовещенский // Современное состояние и перспективы развития упаковки в пищевой промышленности: Материалы Конференции с международным участием, Москва, 05 апреля 2018 года. — Москва: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет пищевых производств», 2018. — С. 97–102. — EDN XRPFRB.

© Сивцев Алексей Олегович (sivtseva@mgupp.ru), Генералов Александр Витальевич (sadha.generalow@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБСТРУКЦИОННЫХ ПРИЕМОВ В КОММУНИКАЦИЯХ В ИТ-ПРОЕКТАХ И СМЯГЧЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

IDENTIFICATION AND MITIGATION OF OBSTRUCTIVE COMMUNICATION TECHNIQUES IN IT PROJECTS

S. Smirnov

Summary. Less than a 1/3 of the world's projects are fully successful. As one of the key problems that actually kill projects, the problem of poor-quality project communications is described in the literature. In this paper, the study of obstructive techniques in communications of IT projects is continued. The previously proposed methods of identifying unfriendly communications have been validated and formalized. The methods of overcoming unfriendly communications available to project managers are revealed. Alternative methods of overcoming problems with obstructive techniques that are not within the scope of responsibility of project managers, which can be supported by administrative divisions, are presented.

Keywords: project management, project communications, project risks, obstructive techniques.

Смирнов Сергей Павлович

Аспирант, Российский технологический университет МИРЭА (г. Москва)
smirnov.s.p1@edu.mirea.ru, spvert@mail.ru

Аннотация. Менее трети мирового объема выполняемых проектов являются полностью успешными. В качестве одной из ключевых проблем, фактически убивающих проекты, в литературе описана проблема некачественных коммуникаций проекта. В настоящей работе продолжено исследование obstructive приемов в коммуникациях ИТ-проектов. Ранее предложенные методы идентификации недружественных коммуникаций валидированы и формализованы. Выявлены методы преодоления недружественных коммуникаций, доступные менеджерам проектов. Представлены альтернативные методы преодоления проблем с obstructive приемами, не входящие в сферу ответственности руководителей проектов, которые могут быть поддержаны административными подразделениями.

Ключевые слова: управление проектами, проектные коммуникации, риски проектов, obstructive приемы.

Введение

Проблема обеспечения успешности выполнения проектов по созданию сложных технических систем, в том числе программных систем и программно-аппаратных комплексов, является более чем актуальной. Действительно, по данным крупнейших организаций, занимающихся исследованиями в области эффективности проектов, лишь менее трети проектов завершаются успешно, более половины проектов считаются лишь условно успешными [1]. Таким образом, при общем объеме затрат на реализацию проектов превышающем триллион долларов, сумма потерь, возникающих в прямой связи с неуспешностью проектов, составляет несколько сотен миллиардов долларов ежегодно.

При этом, до сих пор, большинство применяемых методов и стандартов управления проектами [2][3][4] основываются на субъективных суждениях, нечеткой логике, и критичны к навыкам ведения переговоров у менеджера проекта, что создает отдельное множе-

ство рисков, связанных с возможной ошибкой в связи с невысокой результативностью коммуникаций.

В работе [5] отмечается, что активно развивается «представление об информационном конфликте как совокупности коммуникативных средств воздействия двух и более противоборствующих систем на субъекта (индивидуального или коллективного) с целью изменения его поведения необходимым для манипулятора образом». Из этого можно сделать вывод об увеличении объема недружественных коммуникаций. В этих условиях своевременное и точное выявление признаков недружественных коммуникаций становится определяющим фактором эффективности проектных коммуникаций и, как следствие, фактором эффективности выполнения проектов.

Понимание признаков недружественных коммуникаций и возможных приемов модерации может существенно облегчить проведение встреч, дискуссий, совещаний для менеджеров проектов, которые до сих пор не вооружены формальными инструментами и вы-

нуждены использовать нечеткую логику и навыки ведения переговоров.

Настоящая статья представляет результаты развития работы [6], где были представлены результаты анализа выявленных практик нарушения коммуникаций в 48 проектах, выполненных в ИТ-подразделении Компании. В рамках обсуждения результатов представлены формальные определения, рассмотрены признаки идентифицированных типов недружественных коммуникаций и предлагаемые методы их модерации, если таковые были идентифицированы.

Подходы и материалы

Исходными данными для анализа явились данные, использованные в работе [6]: записи встреч участников команд проектов, протоколы встреч, интервью с участниками встреч и менеджерами проектов, презентации для открытия проектов, статусные презентации, презентации для закрытия проектов, отчеты по проекту в системе поддержки управления проектами.

Критерии выбора проектов для анализа и данных для анализа сохранены. Объем проанализированных данных увеличен: в рамках настоящей работы и работы [6], суммарно, проанализированы материалы 62 проектов, в том числе:

- ◆ Протоколы 584 встреч;
- ◆ Аудиозаписи 352 встреч;
- ◆ 243 презентации;
- ◆ 92 протокола lessons learned и рефлексий.

Проведены 62 интервью с руководителями проектов.

Результаты

В результате проведенной работы подтверждены 35 факторов недружественного поведения участников (приемы обструкции) коммуникаций, которые приводили к срывам встреч или договоренностей на том или ином промежутке времени, приведенные в работе [6]: недостоверная повестка; некорректная аудитория; затягивание времени; противоположная задача; хаотизация представлений; отсутствие фиксации позиции; демонизация явления или предмета; переключение внимания; рассеяние внимания; изматывание; намеренное многословие; забалтывание; гвалт; словесный напор; расширение объема дискуссии; провоцирование эмоций; демонизация оппонента; оскорбительный стиль; обвинение в недружественном (неконструктивном) поведении; переход на личности; хаотический стиль выступления; односторонность рассмотрения; вырывание из контекста; ложные аналогии; косвенные

ссылки; гипербола; междусобойчики; ложный образ; провоцирование скандала; обвинение в непрофессионализме; преувеличение сложности; игнорирование позиции собеседника; неконструктивный стиль; деактуализация повестки; ценностный нигилизм.

Для каждого из выявленных методов недружественной коммуникации разработано и формализовано определение; определены возможные инициаторы недружественной коммуникации; определены отличительные признаки, с помощью которых можно идентифицировать применяемый обструктивный метод; для большинства из выявленных методов сформулированы рекомендованные решения по модерации выявляемого приема непосредственно на встрече.

Обсуждение полученных результатов

В результате проведенной работы идентифицированы факторы, искажающие коммуникации проекта, которые можно отнести к приемам обструкции, а также характеристические признаки и выявленные методы модерации, если таковые могут быть признаны успешными полностью или частично. Для ряда факторов было предложено изменить зону ответственности за контроля, чтобы избежать возможности злоупотреблений и нарушений метода управления проектами.

Для каждого выявленного фактора представлено определение, инициаторы соответствующей недружественной коммуникации, идентификационные признаки, методы модерации и рекомендованные решения (если таковые были выработаны в процессе работы):

1. Некорректная аудитория.

Определение № 1: Некорректной аудиторией назовем список приглашенных, не соответствующий целям и задачам встречи: не имеющий необходимых компетенций, не обладающий необходимыми экспертными знаниями, либо не обладающий необходимыми полномочиями для принятия решений.

Определение № 2: Некорректной аудиторией назовем список приглашенных, адекватность которого невозможно определить на основании анализа темы и повестки встречи.

Инициаторы: менеджеры проектов, иные инициаторы встреч.

Признаки:

1. Отсутствие темы встречи в приглашении на встречу, не позволяющее определить корректность или некорректность приглашенной аудитории;

2. Отсутствие повестки в приглашении на встречу, не позволяющее определить корректность или некорректность приглашенной аудитории;
3. Копирование списка приглашенных из других встреч проекта.

Модерация: отсутствовала, некорректные аудитории собирались силами менеджеров проектов по тем или иным причинам.

Рекомендованное решение:

1. рекомендовать соответствующему комитету не открывать проекты при отсутствии проектной документации, в том числе уставов проектов и планов коммуникаций согласно РМВОК [9], содержащих зафиксированный состав рабочих групп, график коммуникаций проекта и состав необходимых участников регулярных встреч;

2. перевести контроль за назначением встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO);

2. Недостоверная повестка.

Определение № 1: Недостоверной повесткой назовем повестку встречи, не отвечающую реальным потребностям проекта, реально стоящим проблемам, которые необходимо обсудить и по которым необходимо принять решение.

Определение № 2: Недостоверной повесткой назовем повестку встречи, не отвечающую фактической сути встречи, например, скопированную из предыдущей встречи или вообще отсутствующую.

Определение № 3: Недостоверной повесткой назовем повестку встречи, объем которой не соответствует планируемой продолжительности встречи.

Инициаторы: менеджеры проектов, иные инициаторы встреч.

Признаки:

1. Отсутствие повестки в приглашении на встречу.
2. Исключение из повестки встречи открытых вопросов, обсуждавшихся ранее и не имеющих удовлетворительного статуса отработки.
3. Исключение из повестки встречи острых вопросов, обсуждавшихся ранее и вызвавших негативную реакцию.

4. Включение в повестку встречи вопросов, не имеющих отношения к основному направлению деятельности, замусоривание повестки.

Модерация: отсутствовала, недостоверные повестки появлялись силами менеджеров проектов по тем или иным причинам.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO).

3. Затягивание времени.

Определение № 1: Затягиванием времени на встрече назовем процесс уклонения от обсуждения сложных вопросов за счет переключения фокуса во время встречи на обсуждение простых вопросов, очевидных вопросов, статуса, избегания перехода к вопросу в зоне ответственности затягивающего встречу.

Определение № 2: Затягиванием времени (в проекте) назовем процесс уклонения от решения сложных или неудобных вопросов, явление прокрастинации, за счет формирования повести встречи с исключением вопросов, которые требуется решать, но решение которых вызовет негативную или сильно эмоциональную дискуссию.

Инициаторы: менеджеры проектов (для затягивания времени в проекте), участники встреч (для затягивания обсуждения предшествующих сложным).

Признаки: отклонения от повестки, возвращение к уже обсуждавшимся вопросам, введение новых вопросов.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки (10–20 вопросов за час) встречи может осуществляться простая модерация путем фокусировки на повестке и возвращение дискуссии к пунктам повестки встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO).

4. Противоположная задача.

Определение № 1: Противоположной задачей назовем ситуацию, когда у ряда участников имеются цели и задачи строго противоположные целям и задачам команды.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки:

1. Наличие несогласных с проектом или его частью;
2. Представление большого количества альтернативных точек зрения;
3. Слабо аргументированное несогласие;
4. Размывания фокуса на встрече;
5. Активное контраргументирование слабых выступлений при игнорировании обоснованных позиций.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки встречи может осуществляться модерация путем фокусировки на повестке и возвращения дискуссии к пунктам повестки встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO).

5. Хаотизация представлений.

Определение № 1: Хаотизацией представлений назовем ситуацию, когда участник или участники встречи не в состоянии осуществить декомпозицию и «приземление» абстрактных идей в конкретные модели, планы, подходы.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки:

1. Стремление участника встречи к отсутствию какой-либо конкретики, абстрактным размышлениям, размытости, необоснованному усложнению;
2. Отсутствие практических доказательств, умозрительность;
3. Чрезмерная агрессивность высказываний, стремление прерывать, повышенный тон.

Модерация: модерация возможна со следующей встречи через приглашение и активное вовлечение экспертов в предметной области.

Рекомендованное решение: внимательно отслеживать стремление к хаотизации представлений у постоянных участников встреч. Проактивно выявлять возможные ситуации хаотизации, осуществлять митигацию путем приглашения технических или процессных экспертов, с помощью которых можно декомпо-

зировать абстрактные представления до конкретных целей и задач.

6. Отсутствие фиксации позиции.

Определение № 1: Отсутствием фиксации позиции назовем ситуацию когда существует несколько мнений и высказывающийся не определяет свою приверженность к тому или иному мнению, равно как не высказывает своего определенного мнения.

Определение № 2: Отсутствием фиксации позиции назовем ситуацию, когда участник голосования воздерживается.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Участник встречи не описывает свою позицию в конкретных терминах или значениях.

Модерация: модерация поведения возможна если в начале встречи или голосования определено и согласовано со всеми участниками, что воздержавшихся быть не может.

Рекомендованное решение: внимательно отслеживать отсутствие фиксации позиции у постоянных участников встреч. Заменять участников встреч, которые играют роль балласта.

7. Демонизация.

Определение № 1: Демонизацией назовем ситуацию безапелляционного отрицания или негативного утверждения.

Признаки: Идентифицируется по факту использования неаргументированных оценок о том, что какая-то система плоха, процесс плох, человек плох и т.п.

Инициаторы: участники встреч.

Модерация: модерация может заключаться в двух возможных подходах: 1. Останавливать демонизацию, возвращая встречу к повестке; 2. Под протокол назначать на выступающего action item подготовить конкретный материал, подтверждающий негативное высказывание.

Рекомендованное решение: внимательно отслеживать стремление к демонизации каких-то понятий, систем, процессов, людей у постоянных участников встреч. Разбирать проблему за рамками встреч. Назначать отдельные встречи для обсуждения вопроса.

8. Переключение внимания.

Определение № 1: Переключением внимания назовем ситуацию реализации стратегии уклонения или избегания сложных, спорных или неподготовленных вопросов за счет переключения фокуса внимания на другие вопросы.

Определение № 2: Переключением внимания назовем ситуацию поддержки хаотизации представлений за счет переключения фокуса с актуальных проблем и формулировок на абстрактные проблемы и представления.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Техника проявляется в а) перепрыгивании с вопроса на вопрос в обсуждении; б) акцентировании или возвращении к ранее идентифицированному конфликтному вопросу; в) отклонении обсуждения от повестки в сторону не имеющих отношения или чересчур детализированных вопросов.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки встречи может осуществляться модерация путем фокусировки на повестке и возвращения дискуссии к пунктам повестки встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO).

9. Рассеяние внимания.

Определение № 1: Рассеянием внимания назовем ситуацию реализации стратегии уклонения или избегания сложных, спорных или неподготовленных вопросов за счет переключения фокуса внимания вопросы, не имеющие отношения к обсуждаемой теме.

Определение № 2: Рассеянием внимания назовем ситуацию поддержки хаотизации представлений за счет переключения фокуса с актуальных проблем и формулировок на проблемы за рамками контекста встречи.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Достаточно сложная техника, проявляющаяся в идентификации болевых точек разных участников и акцентуации дискуссии на разных вопросах, представляющих существенный интерес для разных участников, отвлекая их от обсуждения целевого вопроса в рамках предполагаемой целевой модели обсуждаемого контекста или проблемы.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки встречи может осуществляться модерация пу-

тем фокусировки на повестке и возвращения дискуссии к пунктам повестки встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO).

10. Изматывание.

Определение № 1: Изматыванием назовем ситуацию реализации стратегии уклонения или избегания сложных, нежелательных решений за счет многократного возвращения к обсуждению одного и того же вопроса.

Определение № 2: Изматыванием назовем ситуацию, когда участник пытается настоять на необходимом для него решении в отсутствие разумной или адекватной аргументации.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Часто встречаемая практика, использующая как дополнительные инструменты многословие, хаотизацию представлений. Идентифицируется как многоитерационное обсуждение одного и того же вопроса при условии отсутствия или недостаточности конкретной аргументации.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки встречи необходимо установить определенные временные рамки для обсуждения каждого конкретного вопроса. Останавливать незавершающиеся дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

11. Намеренное многословие.

Определение № 1: Намеренное многословие — это метод коммуникации, при котором участник ведет постоянные бесконечные монологи, игнорируя попытки других участников что-то сказать, спросить, сделать.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Наиболее часто встречается как бесконечные монологи одного участника встречи, который старается тем самым переключить внимание на себя,

либо затянуть время. Также часто совмещено с хаотизацией.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки встречи необходимо установить определенные временные рамки для обсуждения каждого конкретного вопроса. Останавливать незавершенные дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

12. Забалтывание.

Определение № 1: Забалтывание — это вариант многословия, идентифицируемый по многочисленным объяснениям уже договоренного или общеизвестного, используемый обычно совместно с хаотизацией для затягивания времени и ухода от обсуждения конкретной проблемы в конкретном контексте. Например, как забалтывание можно описать ситуацию, когда вместо обсуждения конкретной проблемы «как абонент услуги X может заплатить деньги» забалтывающий переводит обсуждение на тему «как вообще может быть изменен баланс лицевого счета».

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Переключение фокуса внимания с обсуждения конкретного вопроса на более общие вопросы.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки встречи необходимо установить определенные временные рамки для обсуждения каждого конкретного вопроса. Останавливать незавершенные дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе. Возвращать фокус внимания на обсуждение конкретного вопроса, отказываясь от или перенося обсуждения более общих тем на другие встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

13. Гвалт.

Определение № 1: Гвалт — неуправляемое состояние встречи, при котором ведется несколько одновременных обсуждений отдельными невзаимодействующими между собой группами вне общего контекста встречи.

Определение № 2: Гвалт — неуправляемое состояние встречи, при котором ведутся отвлеченные обсуждения и частные беседы.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Легко идентифицируемое состояние встречи, когда идет несколько одновременных, иногда отвлеченных, обсуждений. Часто совмещается с забалтыванием. Серьезный инструмент, встреча с которым требует от модератора существенных усилий по наведению порядка на встрече.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки встречи необходимо установить определенные временные рамки для обсуждения каждого конкретного вопроса. Останавливать незавершенные дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе. Возвращать фокус внимания на обсуждение конкретного вопроса, отказываясь от или перенося обсуждения более общих тем на другие встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

14. Словесный напор.

Определение № 1: Словесный напор — ситуация, в которой участник проявляет необоснованно повышенную эмоциональность или безапелляционность высказываний.

Определение № 2: Словесный напор — ситуация, в которой участник применяет необоснованно увеличенную скорость речи, мешающую адекватному восприятию смысла.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Идентифицируется как повышенная эмоциональность, увеличенная скорость речи, безапелляционность суждений (вплоть до хамства), тона и оценок, заранее определенное пренебрежение к позиции других участников дискуссии, иногда и к самим участникам дискуссии.

Модерация: наличие четкой и подробной повестки встречи, определение временных рамок для обсуждения каждого конкретного вопроса. Останавливать незавершающиеся дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе. Возвращать фокус внимания на обсуждение конкретного вопроса, отказываясь от или перенося обсуждения более общих тем на другие встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

15. Расширение объема дискуссии.

Определение № 1: Расширение объема дискуссии — ситуация расширения границ дискуссии, переводящая фокус на решение проблем смежных проектов или активностей.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Попытка объять необъятное, излишняя широта или детализация в дискуссии.

Модерация: В половине случаев специальные меры модерации не требуются. В другой половине случаев необходимо иметь повестку встречи и временной график обсуждения и следовать им.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

16. Провоцирование эмоций.

Определение № 1: Провоцирование эмоций — это ситуация вызова оппонентов на субъективную эмоциональную реакцию. Дополнительный инструмент в рамках более общих обструкционных приемов, направленных на избегание или уклонение от сложных вопросов или проблем, либо служащих достижению личной цели использующего.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Наиболее часто встречается как инструмент аргументации при отсутствии разумной позиции. В рамках данной работы не выявлено случаев, когда

провоцирование эмоций встречается как самостоятельный инструмент.

Модерация: наличие четкой и подробной повестки встречи, определение временных рамок для обсуждения каждого конкретного вопроса. Останавливать незавершающиеся дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе. Возвращать фокус внимания на обсуждение конкретного вопроса, отказываясь от или перенося обсуждения более общих тем на другие встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

17. Демонизация оппонента.

Определение № 1: Демонизация оппонента — это ситуация вызова оппонентов на субъективную эмоциональную реакцию методами их очернения, безапелляционного негативного мнения. Дополнительный инструмент в рамках более общих обструкционных приемов, направленных на избегание или уклонение от сложных вопросов или проблем, либо служащих достижению личной цели использующего.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Один из инструментов словесного напора, который проявляется в высказывании пренебрежительного мнения об оппоненте, его деятельности, возможностях, опыте. Наиболее часто встречается как инструмент аргументации при отсутствии разумной позиции. В рамках данной работы не выявлено случаев, когда демонизация оппонента встречается как самостоятельный инструмент.

Модерация: наличие четкой и подробной повестки встречи, определение временных рамок для обсуждения каждого конкретного вопроса. Жестко останавливать дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе. Возвращать фокус внимания на обсуждение конкретного вопроса, отказываясь от или перенося обсуждения более общих тем на другие встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

18. Оскорбительный стиль.

Определение № 1: Оскорбительный стиль — это ситуация вызова оппонентов на субъективную эмоциональную реакцию методами их очернения, безапелляционного негативного мнения. Дополнительный инструмент в рамках более общих obstructивных приемов, направленных на избегание или уклонение от сложных вопросов или проблем, либо служащих достижению личной цели использующего.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Еще один достаточно сильнодействующий инструмент, позволяющий превратить практически любую дискуссию в неконструктивную. Один из инструментов словесного напора, который проявляется в высказывании оскорбительного мнения об оппоненте, его личных качествах, его моральной чистоплотности. Наиболее часто встречается как инструмент аргументации при отсутствии разумной позиции. В рамках данной работы не выявлено случаев, когда оскорбительный стиль встречается как самостоятельный инструмент.

Модерация: наличие четкой и подробной повестки встречи, определение временных рамок для обсуждения каждого конкретного вопроса. Жестко останавливать дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе. Возвращать фокус внимания на обсуждение конкретного вопроса, отказываясь от или перенося обсуждения более общих тем на другие встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

19. Обвинение в недружественном (неконструктивном) поведении. *Определение № 1:* Обвинение в недружественном поведении — это ситуация публичного очернения оппонента немедленно после того как удалось вызвать его на эмоциональную реакцию. Дополнительный инструмент в рамках более общих obstructивных приемов, направленных на избегание или уклонение от сложных вопросов или проблем, либо служащих достижению личной цели использующего.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Применяется немедленно, как только оппонент сорвался и ответил на провокацию.

Модерация: наличие четкой и подробной повестки встречи, определение временных рамок для обсуждения каждого конкретного вопроса. Жестко останавливать дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе. Возвращать фокус внимания на обсуждение конкретного вопроса, отказываясь от или перенося обсуждения более общих тем на другие встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

20. Переход на личности.

Определение № 1: Переход на личности — это разновидность оскорбительного поведения, сфокусированная на личных качествах оппонента.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: В последнее время часто встречается в опосредованном виде, например на видеоконференции, когда один из участников осуществляет публичную демонстрацию экрана своего компьютера, и в это время ему отправляются сообщения в мессенджер, характеризующие говорящего участника конференции, например «что он несет» или «какой идиот».

Модерация: наличие четкой и подробной повестки встречи, определение временных рамок для обсуждения каждого конкретного вопроса. Жестко останавливать дискуссии, фиксировать отсутствие договоренности и позиции сторон в протоколе. Возвращать фокус внимания на обсуждение конкретного вопроса, отказываясь от или перенося обсуждения более общих тем на другие встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов (Project Management Office, PMO). Обязать устанавливать график обсуждения повестки до встречи, контролировать график обсуждения повестки во время встречи.

21. Хаотический стиль выступления.

Определение № 1: Хаотический стиль выступления — стиль выступления, при котором сложно понять связность смысловых элементов выступления или выводы выступающего.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Иногда сложно сказать это прием для атаки на участников встречи или это действительно проблема со связностью изложения мыслей.

Модерация: модерация аналогична таковой при хаотизации представлений — через приглашение и активное вовлечение экспертов в предметной области.

Рекомендованное решение: внимательно отслеживать признаки хаотического стиля выступления у постоянных участников встреч. Постараться минимизировать участие в дискуссиях или заменить человека.

22. Односторонность рассмотрения.

Определение № 1: Односторонность рассмотрения — это техника намеренного опускания точек зрения, которые могут позволить аргументировать альтернативные выступающему мнения.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Опускание в контраргументации точек зрения оппонентов.

Модерация: Для достижения консенсуса требуется возврат к всестороннему обсуждению. Если дискуссия затягивается, требуется ее перенос на другую встречу.

Рекомендованное решение: внимательно отслеживать признаки односторонности рассмотрения у постоянных участников встреч. В случае регулярно использования провести отдельную встречу и проговорить необходимость всестороннего обсуждения и уважительного отношения к мнению оппонентов.

23. Вырывание из контекста.

Определение № 1: Вырыванием из контекста назовем ситуацию переключения внимания и реализации стратегии уклонения или избегания сложных, спорных или неподготовленных вопросов за счет переключения фокуса на технические особенности конкретных высказываний.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Частая техника. Очень часто применяется при обсуждении ранее конфликтных или проблемных вопросов, по которым высказывались спорные мнения.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки встречи может осуществляться модерация путем фокусировки на повестке и возвращения дискуссии к пунктам повестки встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов.

24. Ложные аналогии.

Определение № 1: Ложной аналогией назовем пример, приводимый как идентичный для рассматриваемого предмета, но, по факту, не являющийся таковой.

Определение № 2: Ложная аналогия — это аналогия, основанная на поверхностном сходстве, игнорирующая серьезные глубинные различия.

Определение № 3: Ложная аналогия — это аргумент, основанный на поверхностных или неправдоподобных сравнениях, когда выстраивается предположение, что вещи, схожие в одних своих свойствах или проявлениях, должны оказаться схожими и в других.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Частая техника для поверхностных, либо не очень погруженных людей. Часто используется одновременно с хаотизацией представлений, а также намеренным многословием.

Модерация: при наличии четкой и подробной повестки встречи может осуществляться модерация путем фокусировки на повестке и возвращения дискуссии к пунктам повестки встречи.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов.

25. Косвенные ссылки.

Определение № 1: Косвенная ссылка — это ссылка в дискуссии на какое-то явление, действие, факт, свойство без указания прямого источника информации, не позволяющая проверить, подтвердить или опровергнуть информацию.

Признаки: Техника выражается, в первую очередь, в активном применении ссылок вида «всем известно что...», «мы все помним что ...» без фиксации конкретных фактов или свойств, то есть создании неопределенности восприятия.

Модерация: При выявлении косвенных ссылок — запрашивать конкретную информацию по источнику данных, назначать action items на инициатора ссылки по подтверждению информации, либо не принимать ссылку.

26. Гипербола.

Определение № 1: Гипербола — масштабное преувеличение отрицательных свойств системы, процесса, явления. В пределе может быть демонизацией.

Признаки: Идентифицируется по факту использования плохоаргументированных оценок о том, что какая-то система плоха, процесс плох, человек плох и т.п. В отличие от демонизации градус негативной оценки ниже

Инициаторы: участники встреч.

Модерация: модерация может заключаться в двух возможных подходах: 1. Обращать внимание выступающего на необходимость количественной аргументации; 2. Под протокол назначать на выступающего action item подготовить конкретный материал, подтверждающий в цифрах негативное высказывание.

Рекомендованное решение: как и с демонизацией, внимательно отслеживать стремление к гиперболизации каких-то понятий, систем, процессов, людей у постоянных участников встреч. Разбирать проблему за рамками встреч. Назначать отдельные встречи для обсуждения вопроса.

27. Междусобойчики.

Определение № 1: Междусобойчики — это прием недружественного поведения, когда несколько коллег регулярно инициируют частные дискуссии на интересующую их тему вне зависимости от контекста конкретной встречи.

Признаки: Один из компонентов гвалта, но может существовать и отдельно, если выполняется в относительно деликатной форме. Приводит к размыванию внимания остальных участников. Достаточно просто модерируется.

Модерация: возвращать участников встречи к одной дискуссии.

28. Ложный образ.

Определение № 1: Ложный образ — это образ предмета обсуждения, основанный на поверхностном или однобоком рассмотрении.

Определение № 2: Ложный образ — это образ предмета обсуждения, в котором намеренно опущены негативные или невыгодные для оппонировавшего свойства.

Инициаторы: участники встреч.

Признаки: Создание некорректного образа обсуждаемой проблемы — намеренное искажение или умалчивание отдельных свойств.

Модерация: возможна только при наличии на встрече соответствующего специалиста.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов.

29. Провоцирование скандала.

Определение № 1: Провоцирование скандала — это совокупность приемов недружественных коммуникаций, провоцирующих эмоциональную реакцию большинства участников встречи или коммуникации.

Инициаторы: участники встреч.

Модерация: дать участникам встречи остыть; если ситуация накаляется, то лучше перенести встречу и собрать ее в другом составе — возможно собрать несколько встреч с подмножествами участников с финальной встречей для представления итоговых результатов всем участникам проблемной встречи.

30. Обвинение в непрофессионализме.

Определение № 1: прямое обвинение в непрофессионализме не требует дополнительного определения.

Определение № 2: косвенное обвинение в непрофессионализме — это ситуация, когда оппонировавший ссылается, например, на исключительно неудачные предшествующие активности, проекты, либо отсутствие успехов и результатов.

Модерация: то же, что и при провоцировании скандала.

31. Преувеличение сложности.

Определение № 1: Преувеличение сложности — это прием применяемый в дискуссиях, с участием недостаточно глубоко погруженных участников, которым преподносится идея о невозможности или чрезмерной сложности реализации того или иного механизма, метода, модуля.

Модерация: апелляция к ранее достигнутым результатам, приглашение экспертов, сравнение с ранее реализованными инициативами.

32. Игнорирование позиции собеседника.

Определение № 1: Игнорирование позиции собеседника — использование только собственной аргументации при отсутствии ответов на высказываемые на встрече альтернативные позиции.

Модерация: прямой вопрос о мнении по конкретной альтернативной позиции.

Рекомендованное решение: минимизировать участие во встречах и онлайн коммуникациях коллег, регулярно демонстрирующих игнорирование позиции собеседника.

33. Неконструктивный стиль.

Определение № 1: Фактически совокупность ряда описанных выше методов. Чаще всего включает в себя игнорирование позиции собеседника, забалтывание, переключение внимания и междусобойчики.

Модерация: возвращать участников встречи к одной дискуссии.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов.

34. Деактуализация повестки.

Определение № 1: Деактуализация повестки — атака на повестку встречи с аргументацией о ее неактуальности.

Модерация: формальный запрос имеющегося решения обсуждаемой проблемы или причин неактуальности проблемы.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов.

35. Ценностный нигилизм.

Определение № 1: Нечасто встречаемый, но очень тяжелый для модерации инструмент — фактическое отрицание ценностей большинства участников дискуссии. Например, если подрядчик безапелляционно декларирует заказчику, что тот не понимает что ему нужно.

Модерация: формальный запрос имеющегося решения обсуждаемой проблемы или причин неактуальности проблемы.

Рекомендованное решение: перевести контроль за повесткой встреч в зону ответственности офиса поддержки проектов.

ВЫВОДЫ

В работе представлены результаты анализа более тысячи коммуникаций 62 проектов с целью выявления квалификационных признаков приемов недружественных коммуникаций и формального описания определенных каждого выявленного типа недружественных коммуникаций.

Проанализированы и предложены идентификационные признаки наличия обструкционных приемов в проектных коммуникациях.

Выявлены и описаны методы преодоления недружественных коммуникаций, доступные менеджерам проектов. Представлены альтернативные методы преодоления проблем с обструкционными приемами, не входящие в сферу ответственности руководителей проектов, которые могут быть поддержаны административными подразделениями.

На основании представленных результатов работы понятно, что методы управления и противодействия обструкционным приемам носят субъективный характер. Следовательно, эффективность управления коммуникациями находится в сильной зависимости от личных качеств и навыков менеджера проекта. Это, в свою очередь, вносит дополнительные риски в управление проектами, поскольку возникает ситуация, когда достижение консенсуса («договорились» или «не договорились») начинает зависеть не от объективного контекста переговорной ситуации, а от субъективных ощущений «нравится», «не нравится», «сомневаюсь», а также от факторов психофизического состояния (выспался или голоден, поругался по дороге на встречу или, наоборот, получил приятные какие-то эмоции) руководителя проекта.

Кроме того, нельзя не отметить возрастающую опасность применения обструкционных техник при работе с поколением Z — склонность к «клиповому» мышлению и сниженная внутренняя потребность к критическому отношению к аргументам приводят к излишнему доверию к мнению оппонента в случае отсутствия своего мнения, равно как крайне осложняет процесс достижения договоренности, если сформировано собственное, даже неправильное, мнение.

Таким образом, разработка подходов, алгоритмов и технических инструментов и средств, которые позволили бы снизить степень субъективности при принятии

решений и достижении договоренностей — становится в современных условиях все более важной задачей, требующей решения как со стороны разработки математических методов, так и со стороны создания психолого-математических моделей и инженерных компонентов,

реализующих инструменты управления коммуникациями в проектах с целью повышения количества успешных проектов, равно как и степени успешности проектов, результаты которых признаны приемлемыми для признания не самого успешного проекта приемлемым.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Standish Group report. Chaos. 2011. [Электронный ресурс] // URL <https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf>. Дата обращения 01.06.2022.
2. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 6th edition. 2017/ Newton-square, PA: Project management institute, 2017.
3. The standart for project management. 2017. Newton-square, PA: Project management institute, 2017.
4. PRINCE2 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.prince2.com/eur/downloads>. (Дата обращения 01.10.2022).
5. Зубков Н.А. (2018) Трансформация субъективности в коммуникативном пространстве информационного конфликта // *Философские проблемы информационных технологий и киберпространства*, 2018 № 2 (15).
6. Смирнов С.П. (2021) Алгоритм и метод выявления обструкционных приемов в коммуникациях ИТ-проектов / *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики*. Серия «Естественные и Технические науки», 2021 № 5–2, 88–92. DOI 10.37882/2223–2966.2021.05–2.25

© Смирнов Сергей Павлович (smirnov.sp1@edu.mirea.ru, spvert@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



АВТОМАТИЗАЦИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ РИСКОВ. МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВИДОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ (FMEA) ПРИ СОЗДАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Смирнов Сергей Павлович

Аспирант

Российский технологический университет МИРЭА

(г. Москва), РМР;

Руководитель департамента управления проектами ПАО «Вымпелком» (г. Москва)

smirnov.s.p1@edu.mirea.ru, spvert@mail.ru

**AUTOMATION OF RISK IDENTIFICATION.
METHOD FOR IMPROVING THE RESULTS
OF THE APPLICATION OF FMEA WHILE
CREATION AND OPERATION OF
COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS**

S. Smirnov

Summary. The paper considers the problem of identifying risks in the creation and operation of complex technical systems. The relevance of the risk management task is shown both for the management of projects for the creation of systems and products, and for system engineering in general. The subjectivity of the existing methods of risk identification is stated both within the framework of the general risk management process and within the framework of the methods of assessing the types and consequences of failures (FMEA). The urgency of the task of automating risk identification to increase the probability of project success and improve the quality of systems and products is confirmed. The software for automatic identification of risks has been developed, the user's work and configuration of the system for real use are described.

Keywords: FMEA, PFMEA, project management, risk management.

Аннотация. В работе рассмотрена проблема идентификации рисков при создании и эксплуатации сложных технических систем. Показана актуальность задачи управления рисками как для управления проектами по созданию систем и изделий, так и для системной инженерии в целом. Констатирована субъективность существующих методов идентификации рисков как в рамках общего процесса управления рисками, так и в рамках методики оценки видов и последствий отказов (FMEA). Подтверждена актуальность задачи автоматизации идентификации рисков для повышения вероятности успешности проектов и улучшения качества систем и изделий. Разработано программное обеспечение для автоматической идентификации рисков, описана работа пользователя и конфигурирование системы для реального применения.

Ключевые слова: FMEA, PFMEA, управление проектами, управление рисками.

Введение

Ежегодно в мире инициируется и выполняется более миллиона проектов общей стоимостью более триллиона долларов США и лишь 30% из них завершаются успешно, т.е. созданием продукта или услуги с ожидаемыми свойствами, в установленное время, в рамках установленного бюджета [1]

Для увеличения вероятности успешного получения необходимого результата для сложных систем успешно применяются различные техники и технологии управления проектами и методы системной инженерии. Метод Системной инженерии охватывает более широкий спектр вопросов, чем методологии управления проектами, поскольку Системная инженерия, в первую очередь, вводит понятие и рассматривает полный жизненный цикл результата (изделия, продукта, услуги),

в то время как проектная деятельность (в силу заданного определением проекта границ времени существования), ограничивается процессом получения результата и не отвечает на вопросы как полученный продукт будет эксплуатироваться, развиваться, улучшаться и заменяться следующими поколениями продукта или другими продуктами. И метод Системной инженерии и методологии управления проектами имеют дело с одним и тем же негативным воздействием факторов окружения, отличающимся в деталях. Поэтому, задача управления рисками — задача идентификации возможных негативных факторов (рисков), анализ вероятности возникновения рисков, анализ влияния рисков — применима и к управлению проектами и к методу Системной инженерии.

Ключевым фактором, оказывающим негативное влияние как на возможность появления так и на каче-

ство системы или изделия, является совокупность рисков: множество известных неизвестных и неизвестных неизвестных, которые оказывают влияние на достижимость требуемых параметров результата, сроки и стоимость.

Управление рисками в проектах

Один из распространенных подходов к управлению проектами, описанный в руководстве к своду знаний по управлению проектами (PMBOK), выделяет целую область знаний по управлению рисками, описывающую семь ключевых процессов [2]. Для основного из них — процесса идентификации рисков — определяются следующие ключевые инструменты и методы: экспертная оценка; сбор данных (мозговой штурм, интервью, чеклисты прошлых проектов); анализ полученных данных (анализ первопричины, анализ допущений и ограничений, SWOT-анализ, анализ документации). Можно увидеть, что все рекомендуемые к применению методы и инструменты имеют определенную субъективность и основываются на опыте. Американский стандарт [3] также не определяет каких-либо инструментов автоматизации, особенно в области идентификации рисков.

Управление рисками по методу FMEA

Одной из основных задач системы управления качеством является обеспечение выявления потенциальных несоответствий (дефектов) и предотвращение их появления на всех стадиях жизненного цикла продукции (систем, изделий). Одним из распространенных методов решения этой задачи является анализ видов и последствий потенциальных отказов (FMEA).

Метод FMEA представляет собой систематизированный комплекс действий, проводимых для того, чтобы:

- ◆ выявить несоответствия продукции и процессов, а также последствия возникновения этих несоответствий, и дать им количественную оценку;
- ◆ создать ранжированный список видов и причин несоответствий для планирования корректирующих и предупреждающих действий;
- ◆ определить корректирующие и предупреждающие действия, которые могли бы устранить или снизить вероятность возникновения несоответствий;
- ◆ документировать данные по результатам анализа для накопления в базе знаний.

Применение метода FMEA:

- ◆ снижает количество вносимых изменений на стадии производства и затраты на проведение изменений;

- ◆ снижает количество ошибок и связанных с ними дефектов, за счет чего, уменьшает объем рекламаций и затрат на устранение дефектов;
- ◆ повышает эффективность усовершенствований (проведения изменений);

Недостатками FMEA, в контексте настоящей работы, являются те же недостатки, которые существуют и для процессов управления рисками в проектах по созданию систем и изделий. Применяемые методы идентификации рисков, их описания, выработка методов митигации — экспертная оценка; сбор данных (мозговой штурм, интервью, чеклисты прошлых проектов); анализ полученных данных (анализ первопричины, анализ допущений и ограничений, SWOT-анализ, анализ документации) — несут в себе существенную долю субъективности, т.к. подразумевают привлечение экспертов, а следовательно порождают те же требования, что и при управлении рисками в общем:

- ◆ корректность и полнота идентификации необходимых экспертов;
- ◆ корректность и полнота идентификации движущих идей (мотивации) выбранных экспертов;
- ◆ грамотное управление встречами экспертной группы (в том числе, идентификации и митигация недружественных коммуникаций [4]);
- ◆ анализ полученных данных на полноту и качество.

При этом, нельзя не отметить, что методика (framework) FMEA предлагает конкретные принципы применения, и набор требований к применению:

- ◆ FMEA проводится силами специально подобранной многофункциональной команды экспертов. Эффективность анализа напрямую зависит от профессионального уровня, практического опыта и согласованности действий специалистов.
- ◆ Для сложных изделий, процессов и процессов изготовления сложных технических объектов анализу подвергается как изделие/процесс в целом, так и его составляющие (детали/операции).
- ◆ Анализ проводится неоднократно; он возобновляется при выявлении новых факторов и при любых изменениях, влекущих за собой изменение последствий и их рисков.
- ◆ Анализ видов и последствий потенциальных несоответствий и его результаты должны быть документально оформлены, методика предлагает конкретные шаблоны документации.

Подходы и материалы

Из сказанного следует, что для новичка в области управления проектами, равно как и для действующего

Таблица 1. Заполнение таблицы отраслей и классификации рисков

ID отрасли	Отрасль применения	ID шкалы	Наименование шкалы	Минимум шкалы	Максимум шкалы	ID типа риска	Тип риска
1	Телеком	1	Высокий	50	100	1	Тип 1
		2	Средний	20	49	2	Тип 2
		3	Низкий	0	19	3	Тип 3
2	Космическая	4	Очень высокий	75	100	5	Тип 1.1
		5	Высокий	50	74	6	Тип 1.2
		6	Средний	25	49	7	Тип 1.3
		7	Низкий	0	24	8	Тип 1.4

Таблица 2. Описание полей таблицы отраслей и классификации рисков

Поле	Назначение и заполнение
ID отрасли	Последовательный идентификатор отрасли. Поле не может содержать повторов.
Отрасль применения	Наименование отрасли применения. Может быть любое значение.
ID шкалы	Идентификатор шкалы риска в отрасли. Поле не может содержать повторов в рамках одной отрасли.
Наименование шкалы	Наименование применяемой шкалы.
Минимум шкалы	Минимальное значение для отнесения измеренного значения параметра к данной шкале. Условие: измеряемое значение больше либо равно минимального значения для шкалы
Максимум шкалы	Максимальное значение для отнесения измеренного значения параметра к данной шкале. Условие: измеряемое значение меньше либо равно минимального значения для шкалы
ID типа риска	Общий уникальный идентификатор для последующего назначения шкалы для связи рисков с задачами
Тип риска	Уникальное наименование произвольного содержания

Таблица 3. Заполнение таблицы рисков

ID риска	Наименование риска	Использование для отрасли	Тип риска в отрасли	Привязка к задаче	Привязка к активности	Вес связи
1	Риск 1	1	4	2;6;20		2
					3;10;32;105	7
				3;9;31		10
2	Риск 2	2	5		1;2;10;27	3
3	Риск 3	1	2	1;1;4		1
		2	7		4;19;69;238	5

профессионала, который меняет предметную область приложения усилий, возникает одна и та же проблема: отсутствие необходимого опыта в управлении проектами в конкретной предметной области порождает проблемы с полнотой и правильностью идентификации рисков — иногда даже сложно понять с чего начать. Поэтому создание инструментов, которые позволят в той или иной мере снизить количество неидентифицированных рисков и, как следствие, повысить вероятность успешности проекта или качество функционирования

системы/изделия, является чрезвычайно актуальной задачей.

Для решения задачи автоматизации идентификации рисков на разных этапах жизненного цикла, в том числе для идентификации рисков в рамках метода FMEA, разработано программное обеспечение, позволяющее провести первичное выявление рисков на основании исторических данных о ранее выполненных проектах или ранее полученных и эксплуатируемых изделиях.

Таблица 4. Описание полей таблицы рисков

Поле	Назначение и заполнение
ID риска	Уникальный последовательный идентификатор риска
Наименование риска	Наименование риска произвольного содержания, уникальность не контролируется.
Использование для отрасли	Для каждого риска определяется идентификатор отрасли или отраслей, в которых риск применим. Является ссылкой на поле ID отрасли файла отраслей
Тип риска в отрасли	Определяет шкалу применимую к риску. Является ссылкой на ID типа риска.
Привязка к задаче	Ссылка на задачу в файле активностей и задач. Может быть пустым. Если поле пустое, то риск может быть отнесен к любой модели жизненного цикла (если также не указано ни одной активности), либо к конкретным активностям.
Привязка к активностям	Ссылка на задачу в файле активностей и задач. Может быть пустым. Если поле пустое, то риск может быть отнесен к любой модели жизненного цикла (если также не указано ни одной задачи), либо к конкретным задачам.

Таблица 5. Описание полей справочника деталей конструктора

Поле	Назначение и заполнение
ID класса	Уникальный последовательный идентификатор класса процесса
Класс процессов	Наименование класса процессов для модели жизненного цикла
ID процесса	Уникальный последовательный идентификатор процесса. Класс процессов включает в себя один или несколько процессов.
Процесс	Наименование процесса для модели жизненного цикла.
ID задачи	Уникальный последовательный идентификатор задачи. Процесс включает в себя одну или несколько задач.
Задача	Наименование задачи для модели жизненного цикла.
ID активности	Уникальный последовательный идентификатор активности (подзадачи). Задача включает в себя одну или несколько подзадач.
Активность	Наименование активности для модели жизненного цикла.

Концепция работы пользователя программного обеспечения включает в себя конструирование необходимой модели жизненного цикла, наполнение ее активностями и задачами из справочных компонентов, автоматический расчет и визуализация рисков, актуальных для рассматриваемой модели.

Концепция работы администратора программного обеспечения включает в себя заполнение и публикацию базовых справочников — справочник отраслей применения и типизаций рисков в этих отраслях, справочник деталей для конструктора модели жизненного цикла, справочник ассоциация рисков с конкретными шагами модели жизненного цикла.

Программное обеспечение разработано для использования в однопользовательском режиме с использованием Web-технологий. Под однопользовательским режимом понимается, что пользователь системы осуществляет запуск с точки доступа в интернет (персональный компьютер, смартфон, планшет), не идентифицирует себя, для работы используются локально сохраняемые файлы данных. Количество параллельно работающих с разных компьютеров пользо-

вателей не ограничено. Одновременная работа разных пользователей с одного компьютера не предусмотрена. Последовательная работа разных пользователей с одного компьютера допустима, но не обеспечивает необходимого разделения данных — результаты работы могут быть перезаписаны.

Программное обеспечение предназначено только для идентификации (создания перечня) рисков и не содержит элементов для оформления документации и ранжирования рисков в соответствии с методом FMEA.

Серверная часть реализована на языке PHP и обеспечивает операции с базой данных. Клиентская часть с динамической версткой реализована с использованием JavaScript. В качестве базы данных используются файлы Microsoft Excel. Результаты моделирования также сохраняются в файлах Microsoft Excel и могут быть загружены для повторной работы с ними.

Защита исходных данных справочников осуществляется средствами Web-сервера. Данные справочников могут быть изменены только администратором приложения. Программное обеспечение не имеет

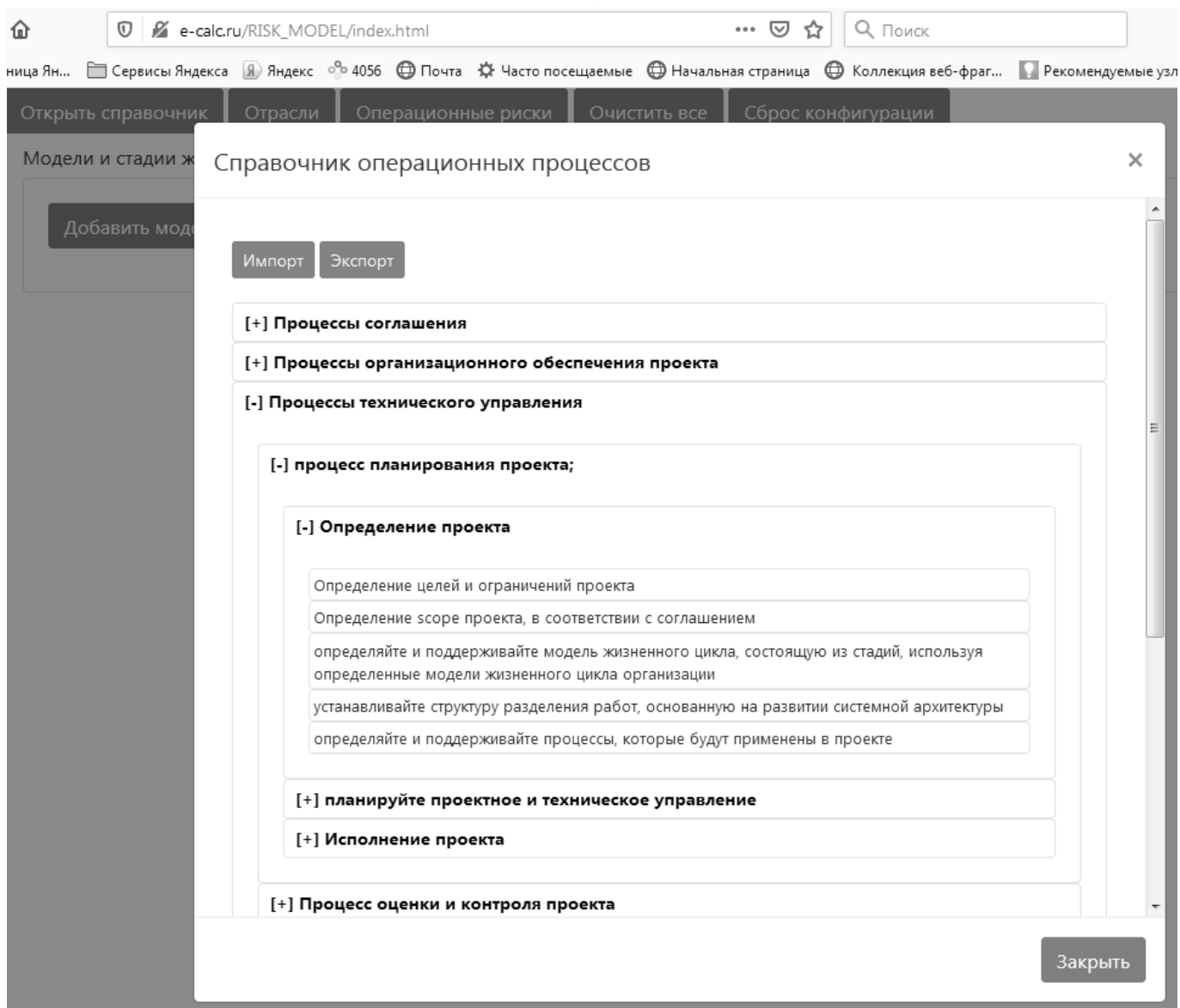


Рис. 1. Внешний вид справочника деталей конструктора

встроенных средств проверки смысловой наполненности справочников и связности представленных данных.

Развертывание программного обеспечения для целей тестирования и опытной эксплуатации осуществлено на публичном Web-сервере e-calc.ru [5]. Для целей опытной эксплуатации осуществлено первичное наполнение справочников, представленное в таблицах 1 и 3, а также в файле [6,7,8]. В таблице 1 представлено заполнение файла отраслей и принятых в этих отраслях классификации и шкалах рисков. В таблице 2 приведено описания значения полей. В таблице 3 представлено заполнение файла рисков. В таблице 4 приведено описание полей справочника. В таблице 5 представлено описание полей справочника деталей для конструктора

ра модели жизненного цикла, содержимое которого состоит из описания классов процессов, процессов, задач и активностей жизненного цикла систем согласно ГОСТ Р 57193 [9]. Сам справочник деталей конструктора содержит 442 строки и, в силу объема, в статье не приводится, его содержимое представлено в [6], внешний вид справочника в разработанном программном обеспечении представлен на рисунке 1.

Алгоритм работы пользователя с программным обеспечением подразумевает последовательное выполнение задач: загрузку необходимых справочников, опубликованных администратором (рисунок 1); создание модели жизненного цикла (рисунок 2); наполнение модели жизненного цикла процессами, задачами и актив-

Рис. 2. Внешний вид окна для создания новой модели

Рис. 3. Внешний вид окна добавления задач и активностей в этапы жизненного цикла модели

ностями (рисунок 3); получение результатов идентификации рисков для сконструированной модели (рисунок 4).

На рисунке 4 приведен результат оценки рисков для тестовой модели, показывающий, что для процесса «управление человеческими ресурсами», задачи «развитие навыков», подзадачи «устанавливайте стратегию развития навыков» автоматически идентифицирован риск «Риск 1» с типом 4 и низкой вероятностью возникновения.

Результаты

В результате работы разработано и размещено в публичном доступе в сети интернет программное обеспечение, позволяющее пользователю самостоятельно создать базу данных рисков и осуществлять их автоматическую идентификацию [5].

Тестовые данные размещены на стенде с опубликованным программным обеспечением.

Проведен анализ применимости и подтверждена возможность использования данного ПО для анализа FMEA, сфокусированного на этапах жизненного цикла, связанных с эксплуатацией систем и изделий.

Выводы

Таким образом,

1. На основании анализа литературы подтверждена актуальность задачи идентификации рисков на начальных этапах и в процессе реализации проектов.
2. Показана субъективность рекомендуемых методов идентификации рисков.

Реестр рисков

Отрасль	Модель	Этап	Процесс	Задача	Подзадача	Риск	Тип риска	Вероятность
Телеком	Разработка ПО симулятора аварийной системы	Анализ-дизайн	Процесс управления человеческими ресурсами	Развитие навыков	устанавливайте стратегию развития навыков.	Риск 1	Тип 4	Низкий
Телеком	Разработка ПО симулятора аварийной системы	Анализ-дизайн	Процесс управления моделью жизненного цикла	Установка процесса	Установка политики и процедур для управления процессом и его развертывания согласно организационным стратегиям			
Телеком	Разработка ПО симулятора аварийной системы	Анализ-дизайн	Процесс управления моделью жизненного цикла	Установка процесса	Установка для организации стандартных моделей жизненного цикла, которые состоят из стадий, согласованных с целями и результатами для каждой стадии			

Экспорт Закрыть

Рис. 4. Внешний вид окна результата

3. Подтверждена актуальность задачи разработки инструментов идентификации рисков, в том числе программного обеспечения.
4. Разработан алгоритм идентификации рисков на основании сохраненных исторических данных ранее осуществленных проектов.

5. Разработано и развернуто в публичном сегменте сети Интернет программное обеспечение для автоматической идентификации рисков для произвольной модели жизненного цикла, сконструированной с использованием процессов, описанных в ГОСТ 57193–2016.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Standish Group report. Chaos. 2011. [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf>. Дата визита 01.06.2020.
2. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 6th edition. 2017/ Newton-square, PA: Project management institute, 2017.
3. The standart for project management. 2017. Newton-square, PA: Project management institute, 2017.
4. Смирнов С.П. О возможности применения нейронных сетей и машинного обучения для выявления обструкционных приемов в коммуникациях проектов по созданию сложных технических систем для Индустрии 4.0. / Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и Технические науки», 2022 № 6–2.
5. Макет инструмента анализа рисков. [сайт] URL: http://e-calc.ru/RISK_MODEL/index.html. Дата визита 01.06.2022.
6. Процессы для инструмента анализа рисков [сайт] URL: <http://e-calc.ru/files/Risks/export-handbook-03-07-18.xlsx>. Дата визита 01.06.2022.
7. Отрасли для инструмента анализа рисков [сайт] URL: <http://e-calc.ru/files/Risks/Industry.xlsx>. Дата визита 01.06.2022.
8. Типы рисков для инструмента анализа рисков [сайт] URL: <http://e-calc.ru/files/Risks/OperationalRisks.xlsx>. Дата визита 01.06.2022.
9. Стандарт ГОСТ Р 57193–2016.

© Смирнов Сергей Павлович (smirnov.sp1@edu.mirea.ru, spvert@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В КАЧЕСТВЕ ОДНОСТОРОННЕЙ ФУНКЦИИ С СЕКРЕТОМ

APPLIED ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AS A ONE-WAY FUNCTION WITH A SECRET

S. Tarasenko

Summary. This article discusses the mechanism of obtaining various output data from an artificial neural network of direct propagation with immutable input data by adding uniform noise when calculating the activation functions of some part of the neurons of the network. The mechanism proposed in this paper can be used to construct a cryptoprimitive having the properties of a one-way function with a secret, which in turn the queue allows you to build asymmetric cryptosystems based on it. The calculation of the cryptographic resistance of this function to the calculation of its prototype is also performed and graphs reflecting the weak correlations between input and output sequences are clearly demonstrated. The paper presents the arguments. On the basis of which it is possible to put forward a hypothesis about the applicability of this cryptoprimitive for constructing cryptographic algorithms based on it that are resistant to cryptanalysis using quantum computing. The results obtained in the course of this study may be of value when considering the mathematical aspects of asymmetric cryptography based on error correction in noise-resistant codes.

Keywords: noise-resistant coding, Hamming distance, artificial neural networks, one-way function with secret, asymmetric cryptography.

Тарасенко Сергей Сергеевич
Академия ФСО России (г. Орёл)
Dor71a96@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрен механизм получения различных выходных данных из искусственной нейронной сети прямого распространения при неизменяемых входных данных за счет добавления равномерного шума при вычислении значений функций активации некоторой части нейронов сети.

Предложенный в данной работе механизм может быть использован для построения криптопримитива, имеющего свойства односторонней функции с секретом, что в свою очередь позволяет строить на его основе ассиметричные криптосистемы. Также произведен расчет криптографической стойкости данной функции к вычислению ее прообраза и наглядно продемонстрированы графики, отражающие слабые корреляционные связи между входными и выходными последовательностями. В работе представлены доводы, на основе которых можно выдвинуть гипотезу о применимости данного криптопримитива для построения на его основе криптографических алгоритмов, устойчивых к криптоанализу с использованием квантовых вычислений.

Результаты, полученные в ходе данного исследования, могут иметь ценность при рассмотрении математических аспектов ассиметричной криптографии, основанной на исправлении ошибок в помехоустойчивых кодах.

Ключевые слова: помехоустойчивое кодирование, расстояние Хэмминга, искусственные нейронные сети, односторонняя функция с секретом, ассиметричная криптография.

Введение

В настоящее время ведутся разработки криптографических алгоритмов ассиметричной криптографии, основанные на вычислительной сложности решения NP -полных задач [1]. Существуют ассиметричные криптосистемы, стойкость которых основана на вычислительной сложности решения задач дискретного логарифмирования [2] и факторизации больших целых чисел [3]. Появление алгоритма Питера Шора [4] для квантовых вычислительных машин, с помощью которых задачи дискретного логарифмирования и факторизации целых чисел могут быть решены за полиномиальное время [5], ставит под вопрос безопасность дальнейшего использования ассиметричных криптосистем, основанных на данных проблемах теории чисел. Поэтому актуальным является вопрос моди-

фикации существующих способов построения криптосистем, устойчивых к криптоанализу с использованием вычислений на квантовом компьютере.

Различные реализации ассиметричных криптосистем основываются на применении односторонних функций с секретом [6].

Пусть $\{0,1\}^n$ — множество всех двоичных строк длины n . Функция

$$f: \{0,1\}^* \rightarrow \{0,1\}^*$$

является односторонней функцией, если она эффективно вычисляется за полиномиальное время на детерминированной машине Тьюринга [7], но не существует полиномиальной вероятностной машины Тьюринга [8],

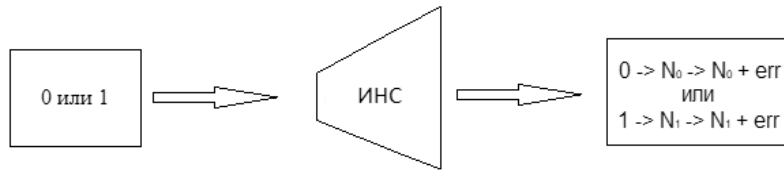


Рис. 1. Генерация нейронной сетью помехоустойчивых комбинаций с ошибками

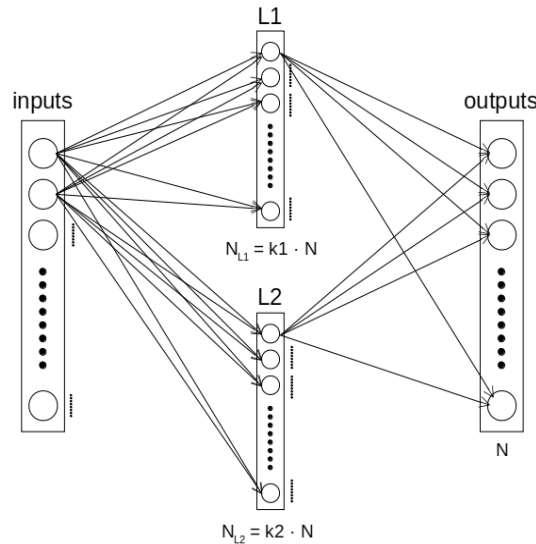


Рис. 2. Искусственная нейронная сеть прямого распространения

которая обращает эту функцию с более чем экспоненциально малой вероятностью. Для любой вероятностной полиномиальной машины V для любого полинома $p(n)$ и достаточно большого $n \in \mathbb{N}$ выполняется неравенство:

$$\Pr[V(f(m)) \in f^{-1}(m)] < \frac{1}{p(n)}, \quad (1)$$

где строка m выбирается случайным образом на множестве $\{0,1\}^n$ в соответствии с равномерным законом распределения. Время работы машины V ограничено полиномом от длины искомого прообраза.

Односторонняя функция с секретом — функция дискретная, зависящая от параметра (секрета, описания секрета). Знание параметра позволяет эффективно (с полиномиальной сложностью) вычислять и инвертировать данную функцию. Если параметр неизвестен, то не существует эффективного алгоритма инвертирования функции. Семейство односторонних функций с секретом обладает свойствами односторонней функции.

В качестве односторонней функции с секретом предлагается использовать искусственную нейронную

сеть прямого распространения [9], для части нейронов которой при вычислении значений функции активации добавляется равномерный шум [10].

Основная часть работы

Пусть существует M исходных последовательностей. Например, для $M = 2$ исходными последовательностями являются значения бит $\{0\}$ и $\{1\}$. Им в соответствие ставятся M случайных N -битных помехоустойчивых кодовых последовательностей, удовлетворяющих условию [11]:

$$d_{\min} \geq 2 \cdot t + 1, \quad (2)$$

где d_{\min} — расстояние Хэмминга [12] между каждой из M N -битных помехоустойчивых кодовых последовательностей со всеми другими $M - 1$ N -битными помехоустойчивыми кодовыми последовательностями, t — количество вносимых ошибок в помехоустойчивую кодовую последовательность.

Преобразование исходной последовательности в помехоустойчивую последовательность с ошибками

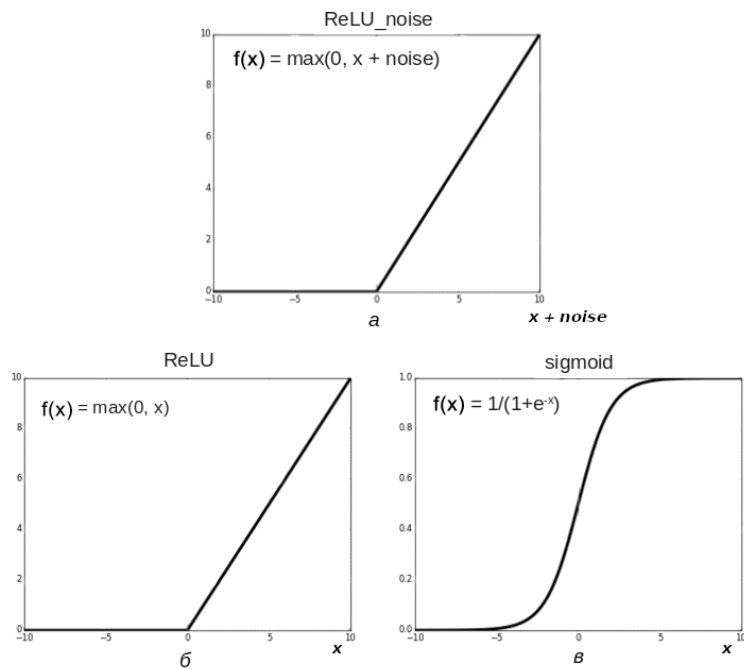


Рис. 3. Функции активации нейронной сети

можно осуществить с использованием искусственной нейронной сети (рис. 1), где N_0 — помехоустойчивая кодовая комбинация без ошибки для исходной последовательности $\{0\}$, N_1 — для $\{1\}$, err — вектор ошибок, ИНС — искусственная нейронная сеть прямого распространения. N_0 и N_1 являются секретом для предлагаемой односторонней функции, так как при знании их вычислительно легко определить исходную последовательность ($\{0\}$ или $\{1\}$) используя нейронную сеть Хопфилда, обученную на N_0 и N_1 [13].

Доказательство сходимости сети для решения данной задачи не требуется, так как при фиксированных наборах данных нейронная сеть «запоминает» все варианты и проблема обучения решается экстенсивным расширением нейронной сети путем увеличения скрытых слоев и количества нейронов в них.

Таким образом, N -битные помехоустойчивые кодовые последовательности, соответствующие M исходным последовательностям, являются результатом их преобразования искусственной нейронной сетью, выступающей в роли односторонней функции с секретом, которая может быть описана следующим образом.

Архитектура нейронной сети представлена на рисунке 2.

В слое $L1$ функция активации для всех нейронов представляет собой функцию $ReLU_noise = ReLU(x +$

$noise)$ при равновероятном распределении значений $noise$ на заданном интервале значений. (рис. 3, а):

$$f_1(x) = \max(0, x + noise). \tag{3}$$

В слое $L2$ функцией активации для всех нейронов является функция $ReLU$ [14] (рис. 3, б):

$$f_2(x) = \max(0, x). \tag{4}$$

$Inputs$ не является слоем как таковым и представлен на рисунке 2 для иллюстрации связи входного набора данных со слоями $L1$ и $L2$.

В слое $outputs$ функцией активации для всех нейронов является функция $sigmoid$ [15] (рис. 3, в):

$$f_3(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}. \tag{5}$$

Выходные данные из слоя $outputs$ округляются (если $f(x) \geq 0.5$, то $f(x) = 1$, если $f(x) < 0.5$, то $f(x) = 0$) и формируют последовательность длиной N бит, в которую внесено до t ошибок в сравнении с помехоустойчивым кодовым словом из N бит, соответствующими одной из M исходных последовательностей.

В ходе эксперимента было выявлено, что количество ошибок t , вносимых нейронной сетью, зависит от данных для обучения, а именно от расстояния Хэмминга между помехоустойчивыми кодовыми последо-

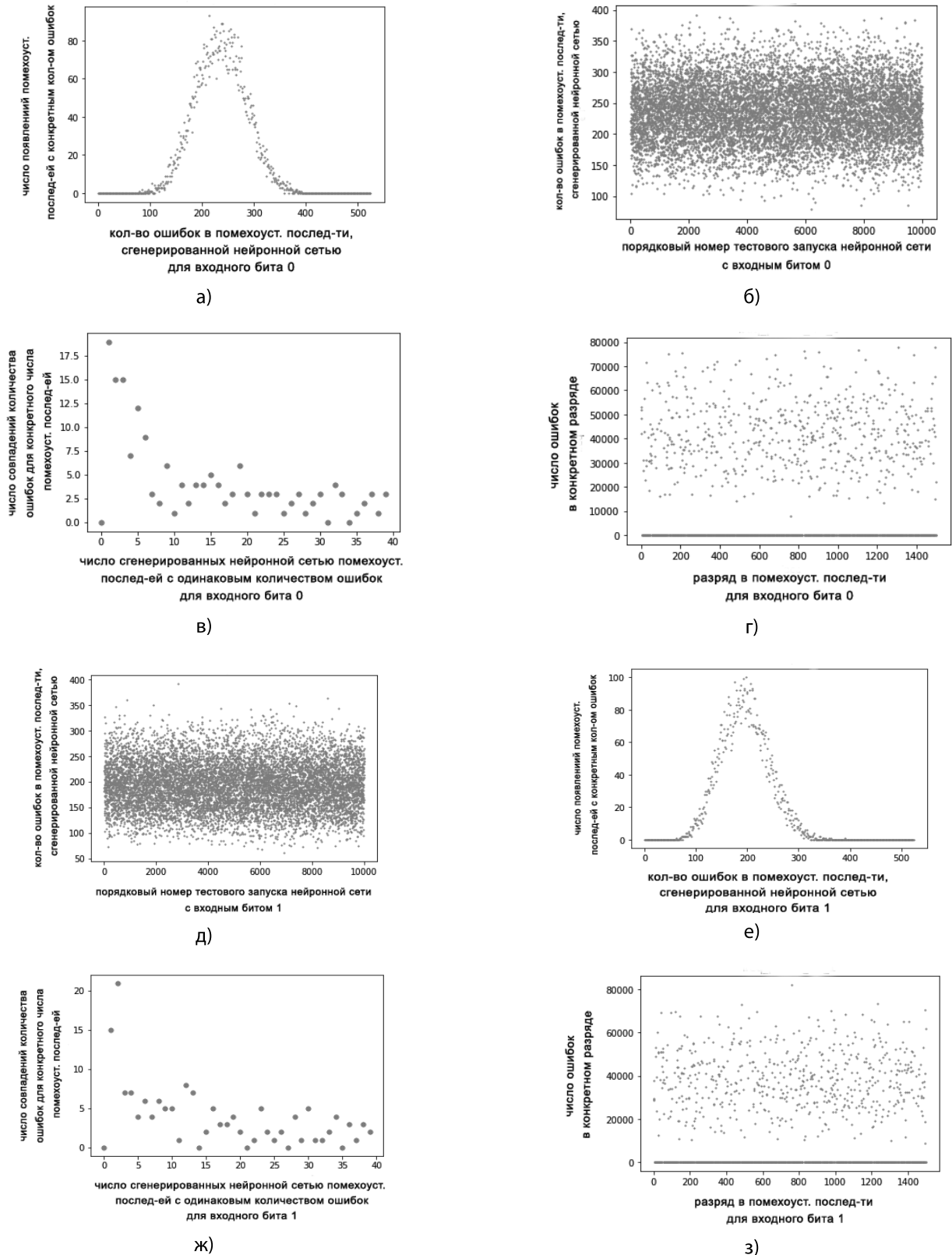


Рис. 4. Распределение ошибок в помехоустойчивых кодовых последовательностях, сгенерированных нейронной сетью

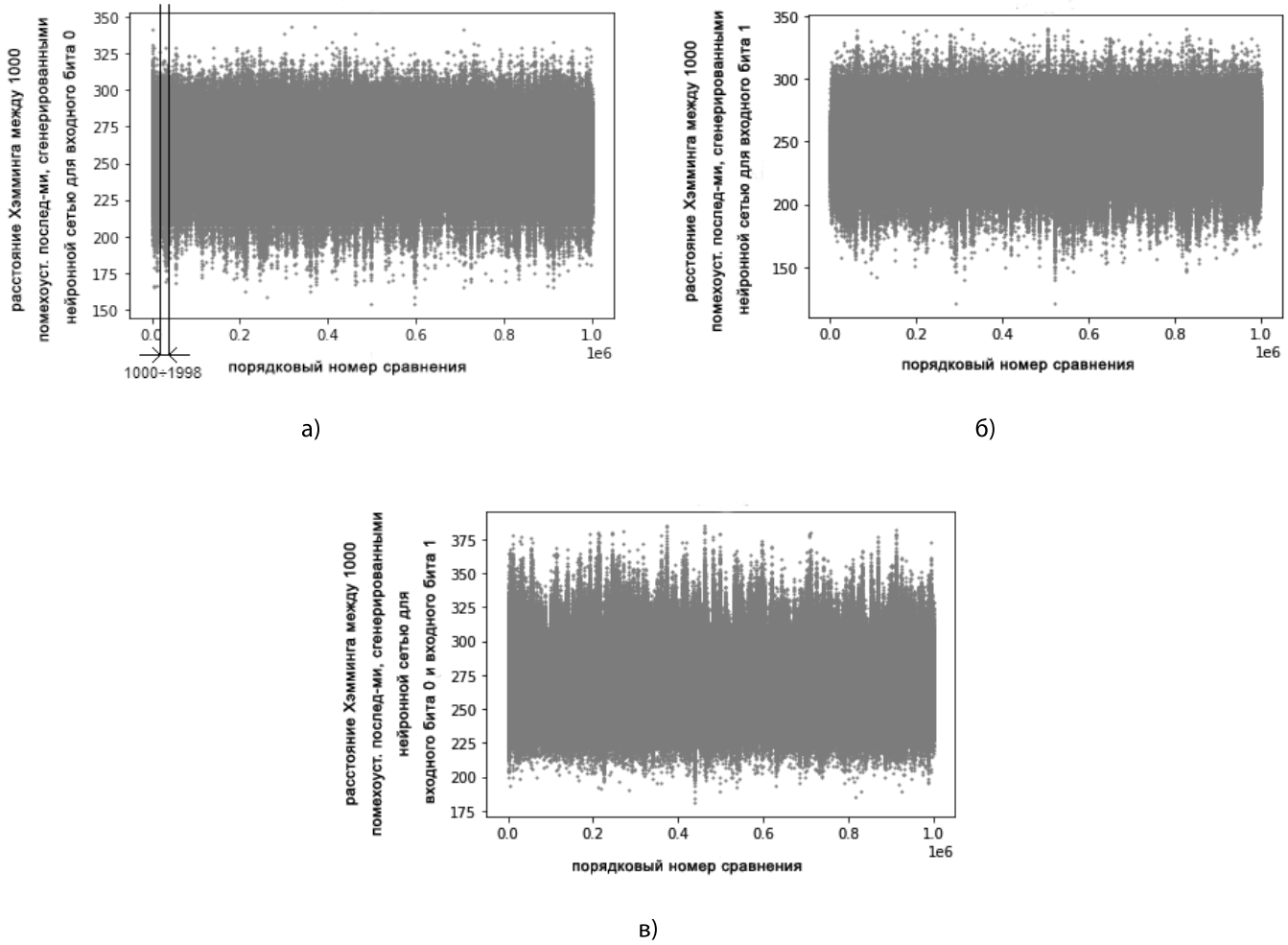


Рис. 5. Расстояние Хэмминга между сгенерированными нейронной сетью помехоустойчивыми кодовыми последовательностям

вательностями, соответствующим одной из M исходных последовательностей, и гиперпараметров нейронной сети [16], которыми являются размерность слоя $L1$, размерность слоя $L2$, интервал равномерного шума, вносимого при вычислении функции активации $ReLU_noise$, и количества эпох обучения нейронной сети.

Для различных параметров системы, таких как размерность входных и выходных данных, количество классов исходных последовательностей и количество ошибок t , которые должна вносить нейронная сеть в N -битные помехоустойчивые кодовые последовательности, гиперпараметры нейронной сети подбирались экспериментально. Однако существуют и другие способы, позволяющие автоматизировать поиск гиперпараметров нейронной сети [17], а также методы их оптимизации [18].

Пусть для двух исходных последовательностей, $\{0\}$ и $\{1\}$, $N = 1500$ бит, $t = 300$, $d_{\min} \geq 601$. Тогда для ней-

ронной сети, выступающей в качестве односторонней функции с секретом, необходимо выбрать следующие гиперпараметры: $k1 = 0.3$, $k2 = 0.075$, $noise = [-10.0; 10.0]$ для $ReLU_noise$, количество эпох обучения равно 100.

10000 тестовых запусков нейронной сети показали следующие результаты. Для одной и той же исходной последовательности ($\{0\}$ или $\{1\}$), поступающей на вход нейронной сети, на выходе из нейронной сети генерируется помехоустойчивая кодовая последовательность длиной 1500 бит, содержащая, не более чем t ошибок, где значения t изменяются согласно закону нормального распределения и в пределах дисперсии находятся в интервале $\sim [200, 300]$ для исходной последовательности $\{0\}$, и $\sim [150, 250]$ для $\{1\}$ (рис. 4).

Собранная статистика по расстоянию Хэмминга для помехоустойчивых кодовых последовательностей с ошибками представлена на рисунке 5.

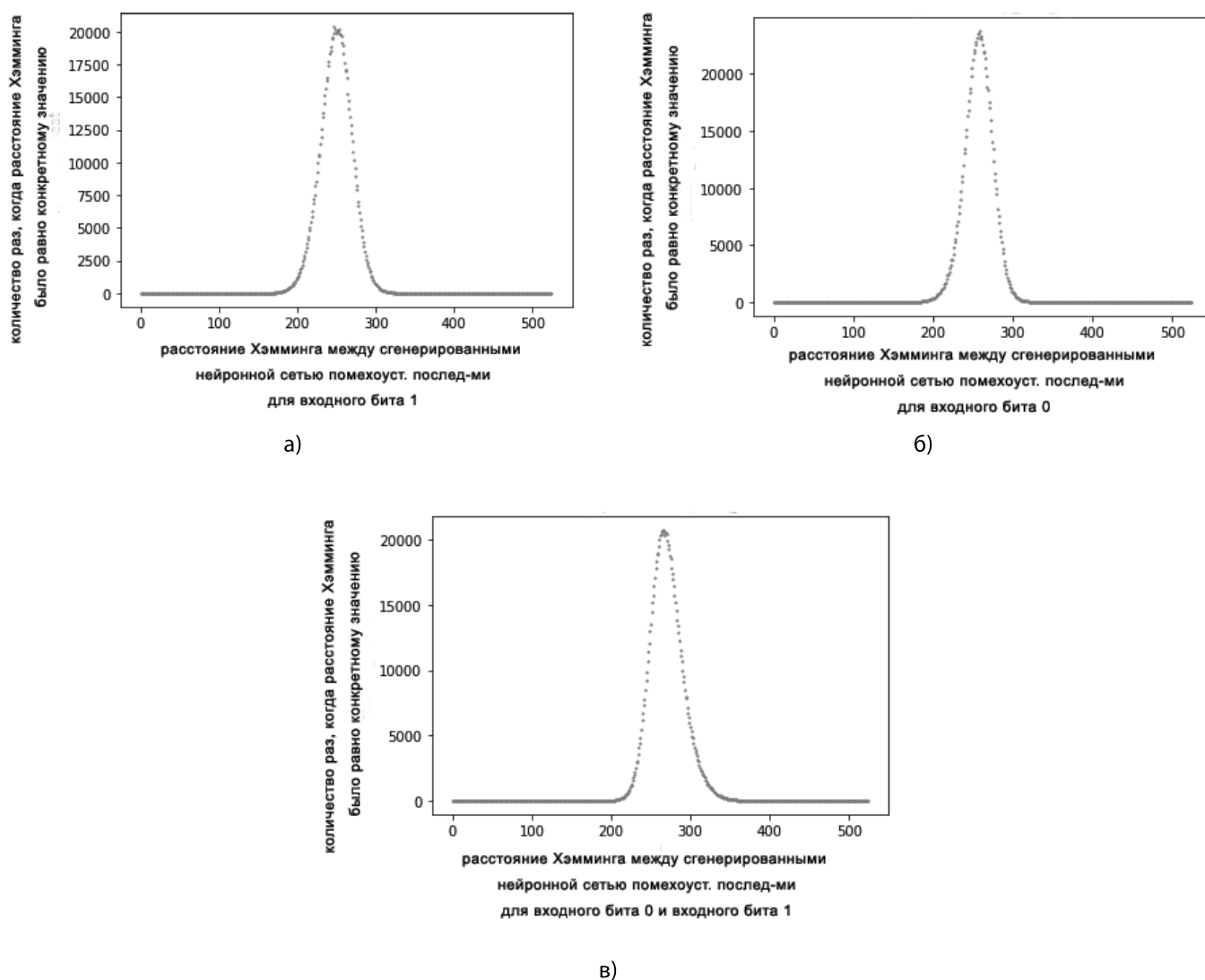


Рис. 6. Распределение вероятностей значений расстояния Хэмминга для помехоустойчивых кодовых последовательностей, сгенерированных нейронной сетью

На рисунке 5(а) первые 999 значений — сравнение первой помехоустойчивой кодовой последовательностью, сгенерированной нейронной сетью, со всеми остальными. Значения с 1000 по 1998 — сравнение второй помехоустойчивой кодовой последовательностью, сгенерированной нейронной сетью, со всеми остальными и так далее.

На рисунке 5(б) — аналогично 5(а) для исходной кодовой последовательности {1}, поступившей на вход нейронной сети.

На рисунке 5(в) первые 999 значений — сравнение первой помехоустойчивой кодовой последовательностью, сгенерированной нейронной сетью для исходной кодовой последовательности {0}, со всеми помехоустойчивыми кодовыми последовательностями, сгене-

рированными нейронной сетью для исходной кодовой последовательности {1}. Значения с 1000 по 1998 — сравнение второй помехоустойчивой кодовой последовательностью, сгенерированной нейронной сетью для исходной кодовой последовательности {0}, со всеми помехоустойчивыми кодовыми последовательностями, сгенерированными нейронной сетью для исходной кодовой последовательности {1} и так далее.

Результаты анализа полученных данных показывают, что все три вышеперечисленных соотношения подчинены закону нормального распределения с близкими по значению математическим ожиданиям [19] и дисперсией [20] (рис. 6).

В идеальном случае для вычисления прообраза односторонней функции с секретом необходимо пе-

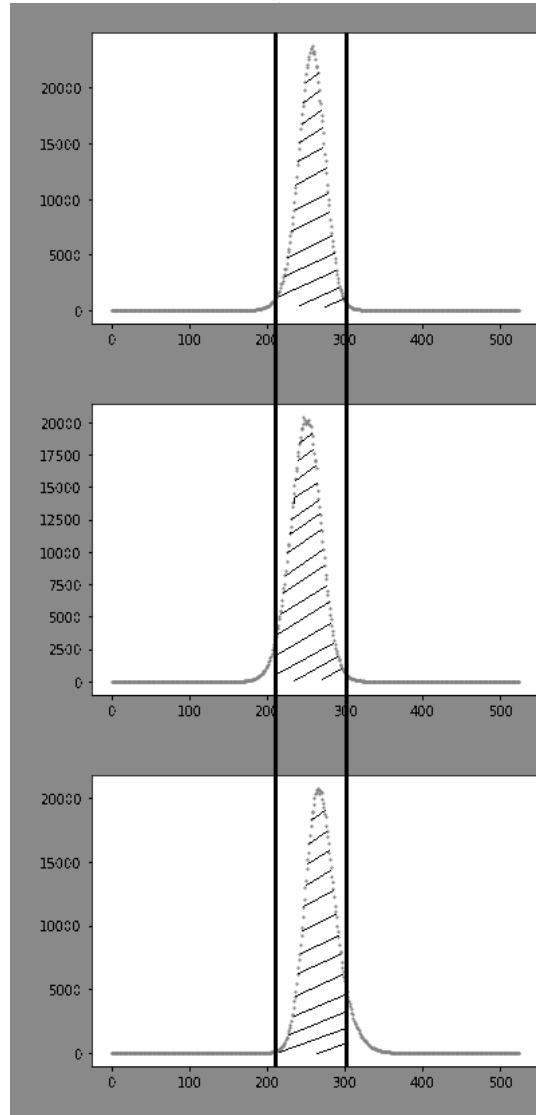


Рис. 7. Пересечение графиков нормального распределения расстояния Хэмминга для помехоустойчивых кодовых последовательностей, сгенерированных нейронной сетью

решать $(2^N)^2$ вариантов помехоустойчивых кодовых последовательностей. Однако на практике количество вариантов значительно меньше, так как в предлагаемой односторонней функции с секретом существует ограничение $d_{\min} \geq 2 \cdot t + 1$, то некоторые помехоустойчивые кодовые комбинации будут запрещены. Количество таких комбинаций обозначим R_{comb} . Следовательно, количество возможных помехоустойчивых кодовых комбинаций из двух последовательностей длиной N равно $(2^N)^2 - R_{comb}$. Тогда количество разрешенных комбинаций, удовлетворяющих условию $d_{\min} \geq 2 \cdot t + 1$, будет равно $N_{allow} = N_{diff} \cdot 2^{2(N-d_{\min})}$, где N_{diff} — количество пар последовательностей длиной d_{\min} , в которых расстояние Хэмминга равно d_{\min} — т.е. одна кодовая последовательность инверсна другой. Следовательно, $N_{diff} = 2^{d_{\min}}$.

Для $N = 1500$ бит, $t = 300$ количество вариантов, которые будет необходимо перебрать, будет равно

$$N_{diff} \cdot 2^{2(N-d_{\min})} = 2^{d_{\min}} \cdot 2^{2(N-d_{\min})} = 2^{2N-d_{\min}} = 2^{2 \cdot 1500 - 601} = 2^{2399} = 1.482 \cdot 10^{722}.$$

Однако, для обеспечения большей криптостойкости необходимо стремиться к выполнению условия $d_{\min} = 2 \cdot t + 1$:

$$N_{allow} = N_{diff} \cdot 2^{N-d_{\min}}.$$

$$N_{allow} = N_{diff} \cdot 2^{N-d_{\min}} = 2^{d_{\min}} \cdot 2^{N-d_{\min}} = 2^N = 2^{1500} = 3.507 \cdot 10^{451}.$$

Определим z как коэффициент, равный отношению площади под кривой на интервале, равному пересечению проекций на ось абсцисс значений функций нормального распределения расстояния Хэмминга для помехоустойчивых кодовых последовательностей, сгенерированных искусственной нейронной сетью, к площади под кривой на интервале объединения проекций на оси абсцисс (рис. 7).

Как видно из рисунка 7 площадь непересекаемых областей из трех графиков не превышает суммарно 10%, т.е. $z \approx 0.9$.

Данный факт означает, имеется возможность однозначно определять по N -битной помехоустойчивой кодовой последовательности с ошибками, сгенерированной нейронной сетью, исходную последовательность ($\{0\}$ или $\{1\}$) в 10% процентах случаев.

Тогда для однозначного определения передаваемой последовательности длиной L бит, где, при $M = 2$, L — количество исходных комбинаций ($\{0\}$ или $\{1\}$) переданных на вход нейронной сети, достаточно осуществить перебор $2^{L \cdot z}$ вариантов комбинаций длиной L бит.

На классической вычислительной машине обучение нейронной сети, выполняющей обратное преобразование, является NP -полной задачей, так как обучаемой нейронной сети необходимо решать задачу декоди-

рования произвольного кода. Необходимо отметить, что на данный момент не создан ни один квантовый алгоритм, способный обучить нейронную сеть, решающую NP -полную задачу за полиномиальное время, что в свою очередь позволяет сделать вывод о том, что предлагаемая односторонняя функция с секретом будет устойчива к определению прообраза на основе квантовых вычислений.

Заключение

Таким образом, искусственные нейронные сети с добавлением равномерного шума при вычислении значений функции активации для части нейронов сети в совокупности с помехоустойчивым кодированием способны выступать в качестве односторонней функции с секретом. При этом её стойкость к обратным вычислениям может быть подтверждена экспериментально для заданных исходных параметров нейронной сети.

Полученные теоретические и практические результаты также могут использоваться для модификации существующих методов криптографии, основанных на управлении ошибок [21].

Криптосистема, основанная на предлагаемой односторонней функции с секретом, является системой, основанной на исправлении ошибок в помехоустойчивых кодах.

ЛИТЕРАТУРА

- Garey, M.R.; Johnson, D.S. (1979). *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*. New York: W.H. Freeman. ISBN.
- Diffie, Whitfield; Hellman, Martin E. (November 1976). "New Directions in Cryptography". *IEEE Transactions on Information Theory*. 22 (6): 644–654. CiteSeerX 10.1.1.37.9720. doi:10.1109/TIT.1976.1055638. Archived from the original on 2014–11–29.
- Rivest, R.; Shamir, A.; Adleman, L. (February 1978). "A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems". *Communications of the ACM*. 21 (2): 120–126. CiteSeerX 10.1.1.607.2677.
- Politi, A; Matthews, J. C; O'Brien, J. L (2009). "Shor's Quantum Factoring Algorithm on a Photonic Chip". *Science*. 325 (5945): 1221. arXiv:0911.1242. Bibcode:2009Sci...325.1221P. doi:10.1126/science.1173731. PMID19729649. S2CID17259222
- Mehlhorn, Kurt; Naher, Stefan (1990). "Bounded ordered dictionaries in $O(\log \log N)$ time and $O(n)$ space". *Information Processing Letters*. 35 (4): 183–189. doi:10.1016/0020-0190(90)90022-P.
- Глава 2.5.2 Односторонняя функция // Приложение теории детерминированного хаоса в криптографии / Птицын Н. — 2002. с. 38–39.
- Нефёдов В. Н., Осипова В.А. Курс дискретной математики.: МАИ, 1992. — 260 с.
- Papadimitriou, Christos (1993). "Section 2.7: Nondeterministic machines". *Computational Complexity* (1st ed.). Addison-Wesley. pp. 45–50. ISBN.
- Zell, Andreas (1994). *Simulation Neuronaler Netze [Simulation of Neural Networks]* (in German) (1st ed.). Addison-Wesley. p. 73. ISBN.
- Вентцель Е. С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и её инженерные приложения. — М., Наука, 1991. — с. 274.
- Морелос-Сарагоса Р. 1.1.2. Хеммингово расстояние, Хемминговы сферы и корректирующая способность // Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / пер. с англ. В.Б. Афанасьева.: Техносфера, 2006. — С. 20–23. — (Мир связи). — 2000 экз. — ISBN5-94836-035-0.
- Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки = Theory and Practice of Error Control Codes. — Мир, 1986. — 576 с.
- Hopfield, J. J. (1982). "Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 79(8): 2554–2558. Bibcode:1982PNAS...79.2554H. doi:10.1073/pnas.79.8.2554. PMC346238. PMID6953413.
- Ramachandran, Prajit; Barret, Zoph; Quoc, V. Le (October 16, 2017). «Searching for Activation Functions». ArXiv:1710.05941.
- Han, Jun; Morag, Claudio (1995). "The influence of the sigmoid function parameters on the speed of backpropagation learning". In Mira, José; Sandoval, Francisco (eds.). *From Natural to Artificial Neural Computation*. Lecture Notes in Computer Science. 930. pp. 195–201. doi:10.1007/3-540-59497-3_175. ISBN.

16. Claesen, Marc & Bart De Moor (2015), Hyperparameter Search in Machine Learning, arXiv:1502.02127.
17. James Bergstra, Yoshua Bengio. Random Search for Hyper-Parameter Optimization // J. Machine Learning Research. — 2012. — Т. 13. с. 131–159.
18. Chris Thornton, Frank Hutter, Holger Hoos, Kevin Leyton-Brown. Auto-WEKA: Combined selection and hyperparameter optimization of classification algorithms // Knowledge Discovery and Data Mining. — 2013. — Bibcode: 2012arXiv1208.3719T. — arXiv:1208.3719.
19. Феллер В. Глава XI. Целочисленные величины. Производящие функции // Введение в теорию вероятностей и её приложения = An introduction to probability theory and its applications, Volume I second edition / Перевод с англ. Р.Л. Добрушина, А.А. Юшкевича, С.А. Молчанова Под ред. Е.Б. Дынкина с предисловием А.Н. Колмогорова. — 2-е изд. — М.: Мир, 1964. — С. 270–272.
20. Wasserman, Larry (2005). All of Statistics: a concise course in statistical inference. Springer texts in statistics. p. 51. ISBN9781441923226.
21. Dinh H., Moore C., Russell A. McEliece and Niederreiter Cryptosystems That Resist Quantum Fourier Sampling Attacks (англ.) // Advances in Cryptology — CRYPTO 2011: 31st Annual Cryptology Conference, Santa Barbara, CA, USA, August 14–18, 2011, Proceedings / P. Rogaway — Springer-Verlag, 2011. — P. 761–779. — 782 p. — ISBN978-3-642-22791-2 — doi:10.1007/978-3-642-22792-9_43.

© Тарасенко Сергей Сергеевич (Dor71a96@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Орел

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЧНОСТИ АДГЕЗИОННОГО СОЕДИНЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

INVESTIGATION OF THE PROBLEM OF ADHESIVE JOINT STRENGTH USING MODERN MATHEMATICAL MODELING TECHNOLOGY

S. Yakushina

Summary. The most important technical challenge is to ensure the integrity of the structure. A mathematical model of interaction is proposed, based on the properties of contacting materials. This model can serve as a basis for determining the strength of a composite material. The model under consideration is based on the problem of adhesive contact strength and damage to the surface of the contacting bodies, due to the discrepancy between the physical properties of materials or the action of external forces.

Keywords: composite material, damage, adhesion, non-local interaction, second-order material, tensile strength.

Якушина Светлана Ивановна

Доцент, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
yakushina_svetlana@rambler.ru

Аннотация. Важнейшей технической задачей является обеспечение целостности конструкции. Предлагается математическая модель взаимодействия, построенная на учете свойств контактирующих материалов. Эта модель может служить основой для определения прочности композиционного материала. В основе рассматриваемой модели лежит проблема прочности адгезионного контакта и поврежденности поверхности контактирующих тел, обусловленной несоответствием физических свойств материалов или действием внешних сил.

Ключевые слова: композиционный материал, поврежденность, адгезия, нелокальное взаимодействие, материал второго порядка, предел прочности.

Композиционные материалы находят широкое применение в разнообразных технических приложениях и в повседневной жизни [1].

В рамках предложенной модели рассмотрена такая причина нарушения адгезионного контакта, как изменение свойств прочности. Меняя в вычислительных экспериментах параметры материалов, автором была получена связь этих параметров с прочностью адгезионного соединения. В данной модели рассматривается только прочность на разрыв как адгезионного соединения элементов структуры, так и ее элементов.

Некогерентность атомных решеток композита вызывает релаксацию, уменьшая энергию несоответствия. [2,3]. Назовем участками адгезии те участки поверхности контакта, вдоль которых решетки когерентны. Поврежденными в рамках модели будем считать участки поверхности контакта, вдоль которых когерентность решеток нарушена. Для моделирования гетерогенного композита используем понятие рассеянной поврежденности гомогенной среды (параметр ω), при этом поврежденность характеризуется скалярным параметром β [2].

Пусть $B_{(1)}$ и $B_{(2)}$ — два однородных твердых тела, контактирующие вдоль поверхности $S_{(12)}$. Единичную нормаль к указанной поверхности $\vec{n}_{(12)}$, направлена от $B_{(1)}$ к $B_{(2)}$, а нормаль $\vec{n}_{(21)} = -\vec{n}_{(12)}$ направлена от $B_{(2)}$ к $B_{(1)}$; $\vec{u}_{(j)}$ - перемещения частиц тела $B_{(j)}$ ($j = 1, 2$) относительно отсчетного состояния.

При адгезии твердых материалов атомная структура одного продолжает структуру другого [3–5], причем решетки контактирующих тел когерентны. На каждом элементарном участке $dS_{(12)}$ справедливо:

$$dS_{(12)} = dS_{\alpha} + dS_{\beta} = \alpha dS_{(12)} + \beta dS_{(12)} \quad (1)$$

Перемещения определены равенствами:

$$(\vec{u}_{\alpha(j)}, \vec{u}_{\beta(j)}) \begin{cases} \neq 0, \vec{r} \in S_{\alpha}, S_{\beta} \\ = 0, \vec{r} \in S_{\beta}, S_{\alpha} \end{cases} \quad (2)$$

Для полей $\vec{u}_{(j)} = \vec{u}_{(j)}(\vec{r})$ изменение потенциальной энергии тела $B = B_{(1)} \cup B_{(2)}$ по отношению к отсчетному состоянию определяется:

$$W_{(12)} = W_{(12)}(\nabla \vec{u}_{(1)}, \nabla \vec{u}_{(2)}, \nabla^2 \vec{u}_{(1)}, \nabla^2 \vec{u}_{(2)}) \quad (3)$$

Для обеспечения стационарного значения аргументов функционала (3) необходимо условие:

$$\delta(W_{(12)}(\alpha)) = \sum_{j=1}^2 \int_{V_{(j)}} \delta w_{(j)} dV_{(j)} = \sum_{j=1}^2 \int_{V_{(j)}} [P_{(j)}^{(1)} \cdot \delta(\nabla \vec{u}_{(j)})^T + P_{(j)}^{(2)} \cdot \delta(\nabla^2 \vec{u}_{(j)})^T] = 0 \quad (4)$$

$$P_{(j)}^{(n)} = \frac{\partial w_{(j)}}{\partial (\nabla^n \vec{u}_{(j)})^T} \quad (n = 1, 2) \quad (5)$$

тензоры напряжений.

Уравнения равновесия тел $B_{(j)}$, краевые условия для них на свободных участках $S_{0(j)} = S_{(j)} \setminus S_{(12)}$ их границ, вариационное условие сопряжения полей перемещений и напряжений вдоль поверхности контакта имеют вид:

$$\nabla \cdot (P_{(j)}^{(1)} - \nabla \cdot P_{(j)}^{(2)}) = \vec{0}, \quad \vec{r} \in V_{(j)} \quad (6)$$

$$\vec{n}_{(j)} \cdot (P_{(j)}^{(1)} - \nabla \cdot P_{(j)}^{(2)}) - \nabla_s \cdot (\vec{n}_{(j)} \cdot P_{(j)}^{(2)}) = \vec{0}, \quad \vec{r} \in S_{0(j)} \quad (7)$$

$$(\vec{n}_{(j)} \cdot \vec{n}_{(j)}) \cdot P_{(j)}^{(2)} = \vec{0}, \quad \vec{r} \in S_{0(j)} \quad (8)$$

$$\int_{S_{(12)}} \left\{ [\vec{n}_{(12)} \cdot (P_{(1)}^{(1)} - \nabla \cdot P_{(1)}^{(2)}) - \nabla_s \cdot (\vec{n}_{(12)} \cdot P_{(1)}^{(2)})] \cdot \delta \vec{u}_{(1)} + [\vec{n}_{(21)} \cdot (P_{(2)}^{(1)} - \nabla \cdot P_{(2)}^{(2)}) - \nabla_s \cdot (\vec{n}_{(21)} \cdot P_{(2)}^{(2)})] \cdot \delta \vec{u}_{(2)} \right\} dS_{(12)} + \int_{S_{(12)}} \left\{ (\vec{n}_{(12)} \cdot \vec{n}_{(12)}) \cdot P_{(1)}^{(2)} \cdot \delta(\partial \vec{u}_{(1)} / \partial n_{(12)}) + (\vec{n}_{(21)} \cdot \vec{n}_{(21)}) \cdot P_{(2)}^{(2)} \cdot \delta(\partial \vec{u}_{(2)} / \partial n_{(21)}) \right\} dS_{(12)} = 0 \quad (11)$$

\vec{n} — единичный вектор внешней нормали к участку поверхности S , определенному соответствующим нижним индексом; $\partial \vec{u} / \partial n = \vec{n} \cdot (\nabla \vec{u})$ — обозначение производной в его направлении; ∇_s — градиента вдоль поверхности S .

На участках адгезии:

$$\delta \vec{u}_{\alpha(1)} = \delta \vec{u}_{\alpha(2)}, \quad \delta \left(\frac{\partial \vec{u}_{\alpha(1)}}{\partial n_{(12)}} \right) = \delta \left(\frac{\partial \vec{u}_{\alpha(2)}}{\partial n_{(12)}} \right) \quad (9)$$

$$\vec{u}_{\alpha(1)} - \vec{u}_{\alpha(2)} = 0, \quad \nabla \vec{u}_{\alpha(1)} - \nabla \vec{u}_{\alpha(2)} = C_{S(12)} \quad (10)$$

Компоненты вектора $\vec{u}_{\alpha(12)}$ и тензора $C_{S(12)}$ можно определить [2].

Кроме того, на участках адгезионного контакта выполняются равенства:

$$\vec{n}_{(12)} \cdot (P_{\alpha(1)}^{(1)} - \nabla \cdot P_{\alpha(1)}^{(2)}) - \nabla_s \cdot (\vec{n}_{(12)} \cdot P_{\alpha(1)}^{(2)}) + \vec{n}_{(21)} \cdot (P_{\alpha(2)}^{(1)} - \nabla \cdot P_{\alpha(2)}^{(2)}) - \nabla_s \cdot (\vec{n}_{(21)} \cdot P_{\alpha(2)}^{(2)}) = \vec{0} \\ (\vec{n}_{(12)} \cdot \vec{n}_{(12)}) \cdot P_{\alpha(1)}^{(2)} + (\vec{n}_{(21)} \cdot \vec{n}_{(21)}) \cdot P_{\alpha(2)}^{(2)} = \vec{0} \quad (11)$$

На участках отсутствия адгезионного контакта:

$$\delta \vec{u}_{\beta(1)} = \delta \vec{u}_{\beta(2)}, \quad \vec{u}_{\beta(j)} = \vec{u}_{\alpha(j)} \quad (12)$$

На каждом из краев для выполняются условия:

$$\vec{n}_{(12)} \cdot (P_{\alpha(1)}^{(1)} - \nabla \cdot P_{\alpha(1)}^{(2)}) - \nabla_s \cdot (\vec{n}_{(12)} \cdot P_{\alpha(1)}^{(2)}) = \vec{0} \quad (13)$$

$$\vec{n}_{(21)} \cdot (P_{\alpha(2)}^{(1)} - \nabla \cdot P_{\alpha(2)}^{(2)}) - \nabla_s \cdot (\vec{n}_{(21)} \cdot P_{\alpha(2)}^{(2)}) = \vec{0} \quad (14)$$

$$(\vec{n}_{(12)} \cdot \vec{n}_{(12)}) \cdot P_{\alpha(1)}^{(2)} = \vec{0} \quad (15)$$

$$(\vec{n}_{(21)} \cdot \vec{n}_{(21)}) \cdot P_{\beta(2)}^{(2)} = \vec{0} \quad (16)$$

Принимается, что

$$\delta \left(\frac{\partial \vec{u}_{\beta(1)}}{\partial n_{(12)}} \right) = 0, \quad \delta \left(\frac{\partial \vec{u}_{\beta(2)}}{\partial n_{(12)}} \right) = 0 \quad (17)$$

Задачи по определению полей $\vec{u}_{(j)}(\vec{r})$ и $\vec{u}_{\beta(j)}(\vec{r})$ оказываются независимыми друг от друга. На основе их решения можно получить выражение для энергии несоответствия тел $B_{(1)}$ и $B_{(2)}$.

$$W_{(12)}(\beta) = (1 - \beta)^2 W_{\alpha\alpha} + \beta(1 - \beta) W_{\alpha\beta} + \beta^2 W_{\beta\beta} \quad (18)$$

Величины W_{pm} ($p, m = \alpha, \beta$) определяются равенствами:

$$W_{pm} = \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \int_0^{\nabla^k \vec{u}_{(j)}} P_{p(j)}^{(k)} d(\nabla^k \vec{u}_{(j)}) \quad (19)$$

Величину параметра поврежденности вычисляем по формуле:

$$\beta = \frac{\partial W_{(12)}}{\partial \beta} = \left[1 + \frac{2W_{\alpha\alpha} - W_{\alpha\beta}}{2W_{\beta\beta} - W_{\alpha\beta}} \right]^{-1} \quad (20)$$

В расчетах предлагается использовать модель материала второго порядка [7,8]. Связь напряжений и деформаций определяется выражением:

$$P_{(j)}^{(k)} = P_{(j)}^{0(k)} + \sum_{m=1}^2 (\nabla^m \vec{u}_{(j)}) \overset{m \partial \alpha \zeta}{\dots} C_{(j)}^{(m,k)} \quad (21)$$

Здесь $P_{(j)}^{0(k)}$ — тензоры начальных напряжений, обусловлены свойствами материала; $C_{(j)}^{(m,k)}$ — тензоры упругих констант, обусловлены свойствами материала.

В выражениях (20) и (21) $\Phi_{(j)}^{(2)}(\vec{l}_{12})dV_{1(j)}dV_{2(j)}$ и $\Phi_{(j)}^{(3)}(l_{12}, l_{13})dV_{1(j)}dV_{2(j)}dV_{3(j)}$ — потенциалы соответственно парного и тройного нелокальных взаимодействий частицы $dB_{2(j)}$ с $dB_{1(j)}$, частиц $dB_{2(j)}$ и $dB_{3(j)}$ с $dB_{1(j)}$, пропорциональные их объемам; \vec{l}_{1p} — радиус-векторы положения частицы $dB_{p(j)}$ относительно $dB_{1(j)}$.

Основные положения рассматриваемой модели положены в основу разработанной модели прочности адгезионного соединения. Кроме того, на основе приведенного анализа и созданной модели был разработан алгоритм с целью автоматизации подсчета пара-

метра адгезии [9]. Разрушение материала наступает, если нормальное напряжение достигает определенного значения, специфичного для пары материалов при их адгезии или для материала однородного элемента структуры.

Предложен алгоритм интерпретации прочности адгезионного соединения на основе математической модели поврежденности адгезионного контакта. В ее основу положена нелокальная модель [6] упругой среды, учитывающая парные и тройные взаимодействия частиц. Модель позволяет на основании данных о характеристиках контактирующих материалов вычислить поврежденность их адгезионного контакта, которая обусловлена несоответствием параметров их решеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валиев, Р. З. Объемные наноструктурированные материалы: уникальные свойства и инновационный потенциал / Валиев Р. З., Наймарк О. Б. Инновации. 2007, № 12 (110), с. 70–75.
2. Овидько, И. А. Наномеханика квантовых точек и проволок. / И. А. Овидько, А. П. Шейнерман // СПб.: «Янус», 2004. — 165 с.
3. Бакулин, А. В. Первопринципное изучение адгезии на границах раздела «металл — сплав» / А. В. Бакулин, В. В. Мельников, С. Е. Кулькова // Физическая мезомеханика. 2011, т. 14, № 4, с. 95–103.
4. Мамонова, М. В. Физика поверхности. Теоретические и экспериментальные методы. / М. В. Мамонова, В. В. Прудников, И. А. Прудникова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 400 с.
5. Raynolds, J. E. Adhesion in NiAl-Cr from first principles / J. E. Raynolds, J. R. Smith, G.-L. Zhao, D. Srolozitz // Phys. Rev. B. — 1996. — V. 53. — No 20. — P. 13883–13 890.
6. Шоркин, В. С. Алгоритм интерпретации прочности композиционных материалов на основе математической модели поврежденности адгезионного контакта / В. С. Шоркин, С. И. Якушина // Материалы IX Международного научного симпозиума, посвященного 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки и техники РФ профессора В. Г. Зубчанинова. «Проблемы прочности, пластичности и устойчивости в механике деформируемого твердого тела», Тверь, с. 110–113
7. Shorkin, V. S. Nonlinear Dispersion Properties of High-Frequency Waves in the Gradient Theory of Elasticity / V. S. Shorkin. Mechanics of Solids. — 2011. — V. 6. — P. 898–912.
8. Шоркин, В. С. Учет влияния тройного взаимодействия частиц среды на поверхностные и адгезионные свойства твердых тел / В. С. Шоркин, Л. Ю. Фроленкова, А. С. Азаров // Материаловедение. 2011. № 2. С. 2–7.
9. Герасимова Н. М., Якушина С. И. Алгоритм интерпретации математической модели предела прочности композита // Журнал «Информационные системы и технологии». -2022. № 1 (129). — С. 30–35.

© Якушина Светлана Ивановна (jakushina_svetlana@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛАПАРОТОРАКОСКОПИЧЕСКОЙ ЭЗОФАГЭКТОМИИ С ВНУТРИПЛЕВРАЛЬНОЙ ЭЗОФАГОГАСТРОПЛАСТИКОЙ И ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ ТРАНСХИАТАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ ПИЩЕВОДА С ЭЗОФАГОГАСТРОАНАСТОМОЗОМ И ФУНДОПЛИКАЦИЕЙ ПРИ ТЕРМИНАЛЬНОЙ СТАДИИ АХАЛАЗИИ КАРДИИ

COMPARATIVE EVALUATION
OF THE EFFECTIVENESS
OF LAPAROTHORACOSCOPIC
ESOPHAGECTOMY WITH INTRAPLEURAL
ESOPHAGOGASTROPLASTY
AND LAPAROSCOPIC TRANSHIATAL
RESECTION OF THE ESOPHAGUS WITH
ESOPHAGOGASTROANASTOMOSIS
AND FUNDOPLICATION
IN THE TERMINAL STAGE
OF CARDIA ACHALASIA

A. Allakhverdyan
A. Anipchenko
N. Anipchenko

Summary. The traumatism and increased risk of complications of esophagectomy with simultaneous esophageal plasty, which is often performed in the treatment of end-stage achalasia of the cardia (AC), motivates the search for new solutions to this problem. We perform laparoscopic transhiatal resection of the S-shaped altered lower third of the esophagus. In the area of the esophageal-gastric anastomosis, we form a fundoplication cuff with its fixation to the diaphragm to prevent recurrence of the S-shaped deformity of the esophagus.

Purpose: comparative analysis of the effectiveness of laparothoracoscopic esophagectomy and laparoscopic transhiatal resection of the esophagus and fundoplication in the terminal stage of AC.

Materials. Patients with AC V stage were divided into 2 groups: group 1 (n=10) — laparothoracoscopic esophagectomy with intrapleural esophagogastroplasty, group 2 (n=10) - laparoscopic transhiatal resection of the esophagus and fundoplication.

Results. Surgical intervention in the first group is longer by 175 minutes than in the second (p=0.048). The volume of blood loss in the first

Аллахвердян Александр Сергеевич

Доктор медицинских наук, профессор, МГМСУ им.
А.И. Евдокимова Минздрава России, г. Москва
allakhverdyan@rambler.ru

Анипченко Алексей Николаевич

Кандидат медицинских наук, МГМСУ им.
А.И. Евдокимова Минздрава России, г. Москва
dottor.aleks@mail.ru

Анипченко Наталья Николаевна

Кандидат медицинских наук, «Московский
областной научно-исследовательский клинический
институт им. М.Ф. Владимирского», г. Москва
dottor.na@gmail.com

Аннотация. Травматизм и повышенный риск осложнений часто выполняемой при лечении терминальной стадии ахалазии кардии (АК) эзофагэктомии с одномоментной пластикой анализ эффективности лапароторакоскопической эзофагэктомии и лапароскопической транسخиатальной резекции пищевода и фундопликацией при терминальной стадии АК.

Материалы. Пациенты с АК IV стадии разделены на 2 группы: 1 группа (n=10) — лапароторакоскопическая эзофагэктомия с внутриплевральной эзофагогастропластикой, 2 группа (n=10) — лапароскопическая транسخиатальная резекция пищевода и фундопликацией.

Результаты. Хирургическое вмешательство в первой группе длительнее на 175 минут, чем во второй (p=0,048). Объем кровопотери в первой группе больше на 185 мл, чем во второй группе (p=0,002). Пациенты первой группы после операции находились в отделении ОРИТ, в среднем, 18 (14; 19) ч, пациенты второй группы из операционной переводились сразу в общую палату. Продолжительность послеоперационного стационарного периода в первой группе 9,5 (7; 13) койко-дней, во второй — 9 (8; 9) койко-дней (p=0,759). Продолжительность послеоперационного наблюдения пациентов первой группы — 39±9,4 месяцев, второй — 35±3,6 месяцев. У 40% пациентов первой группы зона анастомоза свободно проходима для контраста, анастомоз незначительно сужен, при этом определялась расширенная часть пищевода над анастомозом. Во второй группе хорошие результаты были в 100% случаев: зона анастомоза свободно проходима для контраста, анастомоз не сужен.

group is 185 ml more than in the second group ($p=0.002$). Patients of the first group after the operation were in the ICU, on average, 18 (14; 19) hours, patients of the second group were transferred from the operating room immediately to the general ward. The duration of the postoperative stationary period in the first group was 9.5 (7; 13) bed-days, in the second - 9 (8; 9) bed-days ($p=0.759$). The duration of postoperative observation of patients of the first group was 39 ± 9.4 months, the second - 35 ± 3.6 months. In 40% of patients of the first group, the anastomosis zone is freely passable for contrast, the anastomosis is slightly narrowed, and the expanded part of the esophagus above the anastomosis was determined. In the second group, good results were observed in 100% of cases: the anastomosis area was freely passable for contrast, the anastomosis was not narrowed.

Conclusion. Laparoscopic transhiatal resection of the esophagus with esophagogastranastomosis and fundoplication showed good immediate and long-term results. This intervention can be considered the operation of choice in the terminal stage of AK.

Keywords: achalasia, esophagectomy, esophageal resection, fundoplication.

Общепризнано, что при ахалазии кардии (АК) IV стадии такие методы лечения, как кардиодилатация, лапароскопическая эзофагокардиомиотомия с фундопликацией, пероральная эндоскопическая эзофагомиотомия, демонстрируют неудовлетворительные результаты [1, 2, 3, 4]. Поэтому большинство авторов при терминальной стадии АК рекомендуют выполнение эзофагэктомии [1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

С развитием миниинвазивных технологий при АК, когда показана эзофагэктомия, чаще всего в мире стали выполнять лапароскопическую трансиатальную эзофагэктомию с шейным доступом, которая впервые была описана в 1995 г. DePaula A.L. et al. [12]. Данная операция имеет ряд недостатков, в частности, плохо контролируемый этап извлечения пищевода, мобилизованного через лапароскопический трансиатальный доступ, в рану на шею. Это связано с высоким риском повреждения сосудов средостения и развитием массивного кровотечения [13, 14]. Поэтому технически более безопасной считается лапароторакоскопическая эзофагэктомия с одномоментной внутриплевральной эзофагогастропластикой [15, 16].

Высокий травматизм и повышенный риск осложнений при эзофагэктомии с одномоментной пластикой пищевода (даже при использовании миниинвазивных технологий) мотивировал нас к поиску новых решений данной проблемы. Нами разработана и выполняется лапароскопическая трансиатальная резекция

Заключение. Лапароскопическая трансиатальная резекция пищевода с эзофагогастроанастомозом и фундопликацией показала хорошие непосредственные и отдаленные результаты. Это вмешательство можно считать операцией выбора при терминальной стадии АК.

Ключевые слова: ахалазия, эзофагэктомия, резекция пищевода, фундопликация.

S-образно измененной нижней трети пищевода. В зоне пищеводно-желудочного анастомоза при этом мы формируем фундопликационную манжету с её фиксацией к ножкам диафрагмы для профилактики рецидива S-образной деформации пищевода.

Цель

Сравнительный анализ эффективности лапароторакоскопической эзофагэктомии и лапароскопической трансиатальной резекции пищевода с фундопликацией при терминальной стадии АК.

Материалы и методы

Все пациенты с АК IV стадии, которые вошли в клиническое исследование ($n=20$), проходили лечение в хирургическом торакальном отделении ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, и были разделены на 2 группы в зависимости от объема хирургического вмешательства: 1 группа ($n=10$) — лапароторакоскопическая эзофагэктомия с внутриплевральной эзофагогастропластикой, 2 группа ($n=10$) — лапароскопическая трансиатальная резекция пищевода с эзофагогастроанастомозом и фундопликацией.

При лапароторакоскопической эзофагэктомии с одномоментной внутриплевральной эзофагогастропластикой на лапароскопическом этапе формируется трансплантат из большой кривизны желудка. Затем,

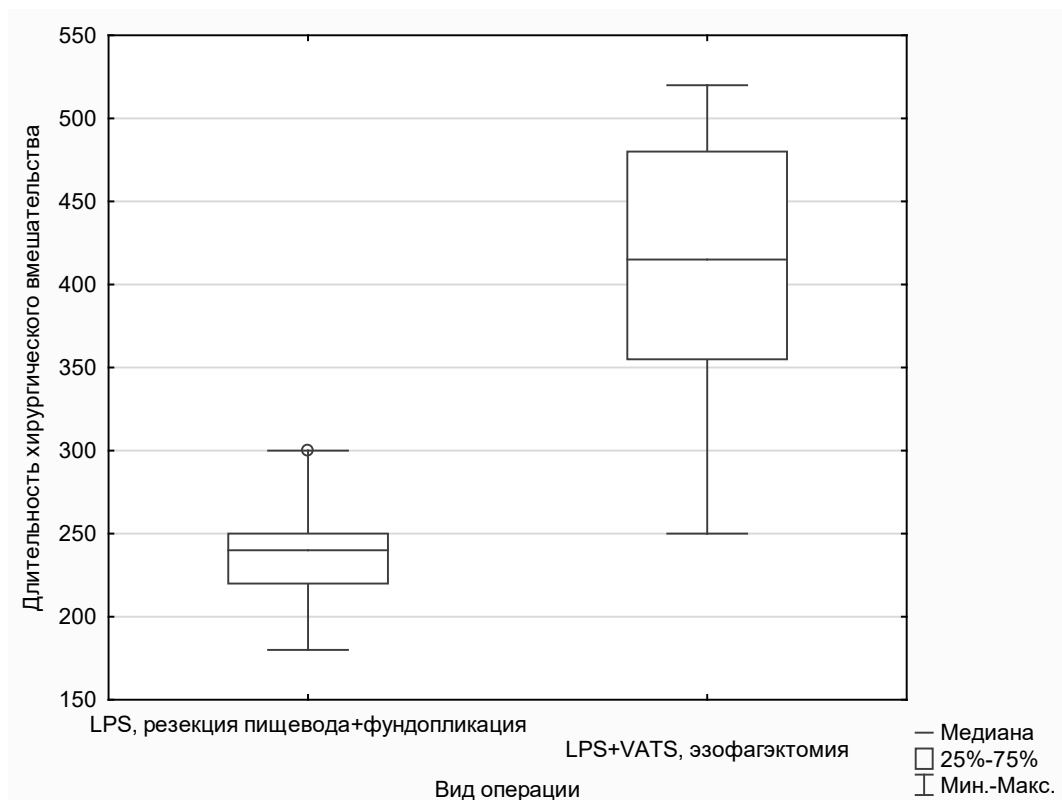


Рис. 1. Продолжительность хирургического вмешательства в группах лапароторакоскопической эзофагэктомии с эзофагогастропластикой и лапароскопической транسخиатальной резекции пищевода.

на торакоскопическом этапе (с однолегочной вентиляцией) выполняется субтотальная резекция пищевода и формируется внутривисцеральный неаппаратный эзофагогастроанастомоз.

Резекция ниже-грудного отдела пищевода лапароскопическим транسخиатальным доступом выполняется по оригинальной методике. Пищевод мобилизуется под визуальным контролем через пищеводное отверстие диафрагмы. Затем ниже-грудной отдел пищевода низводится в брюшную полость на 10 см и более. Резекция пищевода выполняется на протяжении ≥ 10 см, после чего формируется пищеводно-желудочный анастомоз. Затем, создается фундопликационная манжета, укрывающая зону пищеводно-желудочного анастомоза, которая фиксируется к ножкам диафрагмы для профилактики рецидива S-образной деформации пищевода.

Сравнительный анализ групп проводили по следующим критериям:

- ◆ продолжительность хирургического вмешательства,
- ◆ объем кровопотери,
- ◆ длительность лечения в ОРИТ,

- ◆ длительность послеоперационного стационарного лечения,
- ◆ 30-дневная летальность,
- ◆ отдаленные результаты.

Информация о пациентах была внесена в базу Microsoft Excel 2019. Статистический анализ проведен с помощью программы STATISTICA 13 фирмы STATSOFT (www.STATSOFT.COM). Для оценки нормальности распределения количественных данных использовали критерий Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерий Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых более 50), а также показатели асимметрии и эксцесса. В каждой группе выборки определяли центральные тенденции и меры рассеяния. Для сравнения независимых парных совокупностей в случае отсутствия признаков нормального распределения данных использовали U-критерий Манна-Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Обе группы пациентов были сопоставимы по полу ($p=0,543$), возрасту ($p=0,342$) и наличию сопутствующей патологии ($p=0,785$).

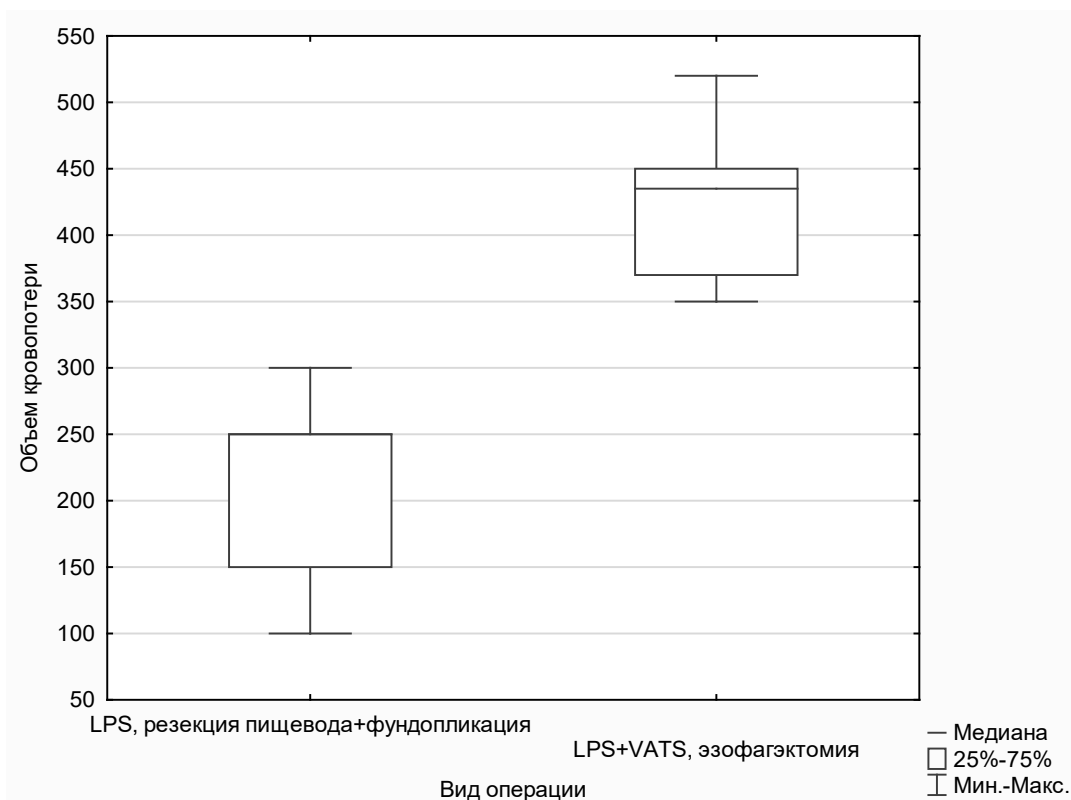


Рис. 2. Объем кровопотери в группах лапароторакоскопической эзофагэктомии с эзофагогастропластикой и лапароскопической трансхиатальной резекции пищевода.

1. Продолжительность хирургического вмешательства

Средние тенденции и меры рассеяния данных исследуемого параметра в первой группе составили 415 (355; 480) минут, во второй группе — 240 (220; 250) минут (рис. 1). При этом продолжительность лапароторакоскопической эзофагэктомии с внутриплевральной эзофагогастропластикой достоверно больше на 175 минут, чем лапароскопической трансхиатальной резекции пищевода с эзофагогастроанастомозом и фундопликацией ($p=0,048$).

2. Объем кровопотери

Распределение данных этого параметра в обеих группах также носило ненормальный характер, поэтому оценивали медиану и 25–75% квантили (рис. 2). Средние тенденции и меры рассеяния в первой группе составили 435 (370; 450) мл, во второй — 250 (150; 250) мл. Объем кровопотери при выполнении лапароскопической трансхиатальной резекции пищевода достоверно меньше на 185 мл, чем в случае лапароторакоскопической эзофагэктомии ($p=0,002$).

Трансфузия компонентов и препаратов крови не проводилась в 100% случаев в обеих группах.

3. Длительность лечения в ОРИТ

В группе лапароторакоскопической эзофагэктомии пациенты сразу после окончания операции были пробуждены и экстубированы в операционной. После восстановления до состояния 9–10 баллов по шкале Aldrete переводились в ОРИТ до следующего утра для продолжения непрерывного мониторинга витальных показателей и динамического медицинского наблюдения — 18 (14; 19) ч.

В группе лапароскопической трансхиатальной резекции пищевода все пациенты (100%) после окончания операции также были экстубированы непосредственно в операционной и сразу переведены в отделение торакальной хирургии ($p=0,002$).

4. Длительность послеоперационного стационарного лечения

При оценке длительности стационарного лечения оценивали послеоперационный период, чтобы свести к минимуму влияние на данный параметр организационных факторов (рис. 3).

Статистический анализ показал, что длительность послеоперационного стационарного периода в группе

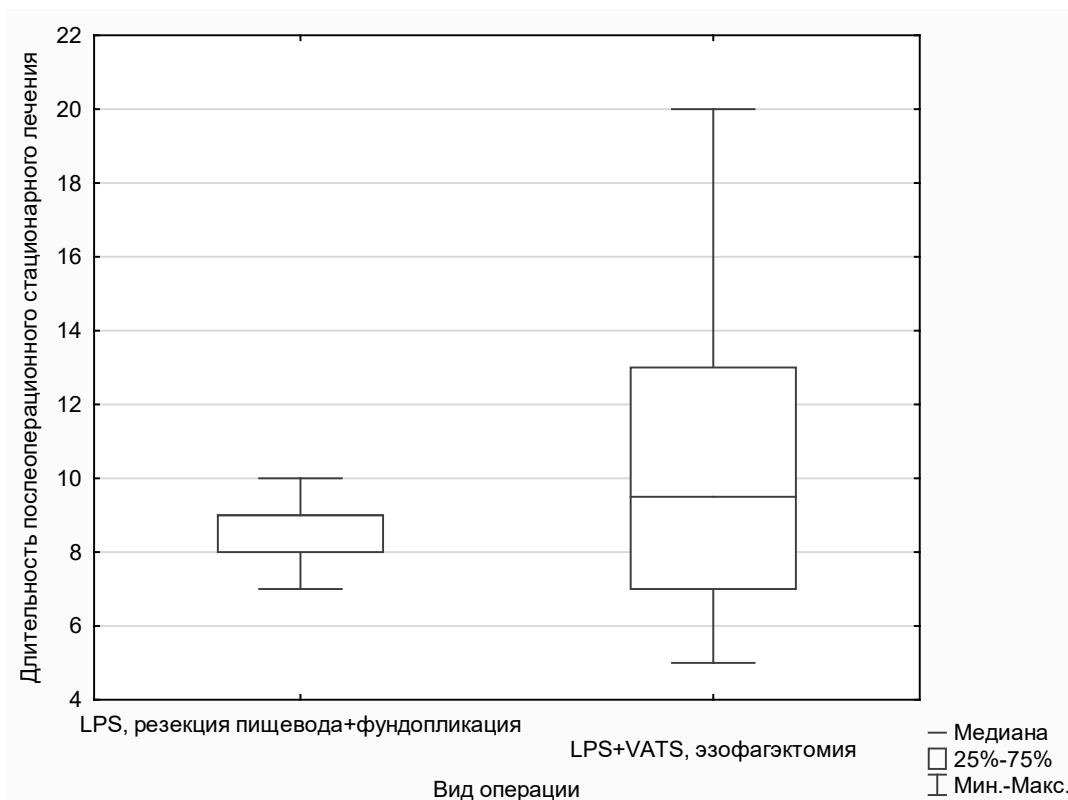


Рис. 3. Длительность послеоперационного стационарного лечения в группах лапароторакоскопической эзофагэктомии и лапароскопической транسخиатальной резекции пищевода.

лапароторакоскопической эзофагэктомии с эзофагогастропластикой — 9,5 (7; 13) койко-дней, в группе лапароскопической транسخиатальной резекции пищевода — 9 (8; 9) койко-дней. Разница между группами по данному параметру статистически незначимая ($p=0,759$).

Следует отметить, что резекция пищевода, выполняемая в обеих группах, требует строгого голодания пациентов до выполнения контрольной рентгеноскопии с контрастированием барием (в среднем, на 5–7-е сутки) с последующим постепенным возобновлением перорального питания, что и определяет отсутствие различия продолжительности послеоперационного периода в обеих группах.

5. 30-дневная летальность

В обеих анализируемых группах в обозначенный срок летальных случаев не было.

6. Отдаленные результаты

Длительность послеоперационного наблюдения пациентов в группе лапароторакоскопической эзофагэктомии с одномоментной внутриплевральной эзофагогастропластикой,

в среднем, составила $39 \pm 9,4$ месяцев, а в группе лапароскопической транسخиатальной резекции пищевода с эзофагогастроанастомозом и фундопликацией — $35 \pm 3,6$ месяцев.

Рентгеноскопия с контрастированием барием показала, что у 40% пациентов первой группы зона анастомоза свободно проходима для контраста, анастомоз незначительно сужен, при этом из-за разницы в диаметре проксимальной части пищевода и желудочного трансплантата при формировании эзофагогастроанастомоза, при исследовании определялась расширенная часть пищевода над анастомозом. В расширенной части пищевода продолжала скапливаться пища, что способствует развитию стеноза анастомоза, легочных осложнений и не снижает риск малигнизации при АК. В одном случае через 10 месяцев после операции развился стеноз анастомоза, потребовавший проведения баллонной дилатации, после чего признаки стеноза были купированы.

Рентгеноскопия с контрастированием барием в группе лапароскопической транسخиатальной резекции пищевода с эзофагогастроанастомозом и фундопликацией показала хорошие результаты в 100% случаев: зона анастомоза свободна проходима для контраста, анастомоз не сужен. При этом не было S-образно измененных участков пищевода,

а диаметр самого пищевода был в норме. Кроме того, в течение всего периода наблюдения не было диагностировано ни одного случая легочных осложнений.

Заключение

Проведенное исследование и результаты статистического анализа показали хорошие непосредственные

и отдаленные результаты лапароскопической траншгигатальной резекции пищевода с эзофагогастроанастомозом и фундопликацией. Это вмешательство можно считать операцией выбора при терминальной стадии АК.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aiolfi A, Asti E, Bonitta G, Bonavina L. Esophagectomy for End-Stage Achalasia: Systematic Review and Meta-analysis. *World J Surg.* 2018 May;42(5):1469–1476. doi: 10.1007/s00268–017–4298–7. PMID: 29022068.
2. Moonen A, Annese V, Belmans A, Bredenoord AJ, Bruley des Varannes S, Costantini M, Dousset B, Elizalde JJ, Fumagalli U, Gaudric M, Merla A, Smout AJ, Tack J, Zaninotto G, Busch OR, Boeckxstaens GE. Long-term results of the European achalasia trial: a multicentre randomised controlled trial comparing pneumatic dilation versus laparoscopic Heller myotomy. *Gut.* 2016 May;65(5):732–9. doi: 10.1136/gutjnl-2015–310602. Epub 2015 Nov 27. PMID: 26614104.
3. Felix VN. Esophagectomy for end-stage achalasia. *Ann N Y Acad Sci.* 2016 Oct;1381(1):92–97. doi: 10.1111/nyas.13142. Epub 2016 Jul 8. PMID: 27391556.
4. Анипченко А.Н., Аллахвердян А.С. Диагностика и лечение ахалазии кардии: клиническая лекция //Московский хирургический журнал. — 2018. — № . 4. — С. 5–13.
5. Tustumi F, Bernardo WM, da Rocha JRM, Szachnowicz S, Seguro FC, Bianchi ET, Sallum RAA, Ceconello I. Esophageal achalasia: a risk factor for carcinoma. A systematic review and meta-analysis. *Dis Esophagus.* 2017 Oct 1;30(10):1–8. doi: 10.1093/dote/dox072. PMID: 28859394.
6. Boeckxstaens GE, Zaninotto G, Richter JE. Achalasia. *Lancet.* 2014 Jan 4;383(9911):83–93. doi: 10.1016/S0140–6736(13)60651–0. Epub 2013 Jul 17. PMID: 23871090.
7. Watson TJ. Esophagectomy for end-stage achalasia. *World J Surg.* 2015 Jul;39(7):1634–41. doi: 10.1007/s00268–015–3012-x. PMID: 25694151.
8. Waters J, Martin LW, Molena D. Esophagectomy for End-Stage Achalasia. *World J Surg.* 2022 Jul;46(7):1567–1574. doi: 10.1007/s00268–022–06519–8. Epub 2022 Apr 3. PMID: 35368235.
9. Черноусов А.Ф., Хоробрых Т.В., Ветшев Ф.П., Ромасенко Л.В., Дулова А.В., Осминин С.В. Комплексное лечение больных с ахалазией и кардиоспазмом. *Вестник хирургической гастроэнтерологии.* 2016. (3): 22–22.
10. Разумовский А.Ю., Алхасов А.Б., Митупов З.П., Чубко Д.М. Лапароскопическая кардиомиотомия по Геллеру с фундопликацией по Дору — стандарт лечения ахалазии кардии у детей. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии.* 2020. Т. 10. (5): 131–131.
11. Ручкин Д.В., Оконская Д.Е., Ян М.Н. Эзофагэктомия как способ радикального лечения ахалазии кардии терминальной стадии //Бюллетень экспериментальной и клинической хирургии. — 2019. — Т. 12. — № . 1. — С. 69–72.
12. DePaula AL, Hashiba K, Ferreira EA, de Paula RA, Grecco E. Laparoscopic transhiatal esophagectomy with esophagogastroplasty. *Surg Laparosc Endosc.* 1995 Feb;5(1):1–5. PMID: 7735533.
13. Fontan AJA, Batista-Neto J, Pontes ACP, Nepomuceno MDC, Muritiba TG, Furtado RDS. MINIMALLY INVASIVE LAPAROSCOPIC ESOPHAGECTOMY VS. TRANSHIATAL OPEN ESOPHAGECTOMY IN ACHALASIA: A RANDOMIZED STUDY. *Arq Bras Cir Dig.* 2018 Aug 16;31(3): e1382. doi: 10.1590/0102–672020180001e1382. PMID: 30133674; PMCID: PMC6097114.
14. Crema E, Terra Júnior JA, Borges MC, Queiroz CAS, Soares LA, Silva AAD. Preservation of the vagus nerves in subtotal esophagectomy without thoracotomy. *Acta Cir Bras.* 2018 Sep;33(9):834–841. doi: 10.1590/s0102–865020180090000012. PMID: 30328916.
15. Mari A, Abu Baker F, Pellicano R, Khoury T. Diagnosis and Management of Achalasia: Updates of the Last Two Years. *J Clin Med.* 2021 Aug 16;10(16):3607. doi: 10.3390/jcm10163607. PMID: 34441901; PMCID: PMC8397142.
16. Hammad A, Lu VF, Dahiya DS, Kichloo A, Tuma F. Treatment challenges of sigmoid-shaped esophagus and severe achalasia. *Ann Med Surg (Lond).* 2020 Dec 1;61:30–34. doi: 10.1016/j.amsu.2020.11.077. PMID: 33363724; PMCID: PMC7750448.

© Аллахвердян Александр Сергеевич (allakhverdyan@rambler.ru),

Анипченко Алексей Николаевич (dottor.aleks@mail.ru), Анипченко Наталья Николаевна (dottor.na@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА НУТРИТИВНОГО СТАТУСА У ПАЦИЕНТОВ С АХАЛАЗИЕЙ КАРДИИ

ASSESSMENT OF NUTRITIONAL STATUS IN PATIENTS WITH ACHALASIA OF THE CARDIA

A. Anipchenko
A. Allakhverdyan
N. Anipchenko

Summary. Since patients with all stages of achalasia of the cardia have dietary restrictions due to developing dysphagia of varying severity, the assessment of nutritional status is essential. The article presents the most popular nutritional status assessment scales (NRS2002, ESMO 2008 (ABVG), GLIM), which are subjective. The authors present their own scale for assessing the nutritional status specifically for patients with achalasia of the cardia, which allows to identify the risk of developing malnutrition, and in the case of existing malnutrition, determine its degree for the subsequent preparation of an individual plan for correcting nutritional deficiency.

Keywords: achalasia cardia, nutritional status, NRS2002, ESMO 2008 scale (ABVG), GLIM scale.

Поскольку при всех стадиях ахалазии кардии (АК) у пациентов имеются ограничения в питании вследствие развивающейся дисфагии различной степени тяжести, оценка нутритивного статуса имеет существенное значение.

Оценка нутритивного статуса и его коррекция у пациентов с АК должна проводиться на всем протяжении лечения (до и после операции). Доказано, что в таком случае сокращается частота развития раневой инфекции и нозокомиальных инфекционных осложнений, а также частота и тяжесть послеоперационных осложнений, в целом, уменьшается длительность стационарного лечения [1, 2]. Это существенно снижает расходы при лечении пациентов с АК. И самое важное — повышается качество жизни пациента.

При анализе данных литературы было найдено множество анкет, уравнений и инструментов, позволяющих оценить нутритивный статус для метаболической

Анипченко Алексей Николаевич
Кандидат медицинских наук, МГМСУ им.
А.И. Евдокимова Минздрава России, г. Москва
dottor.aleks@mail.ru

Аллахвердян Александр Сергеевич
Доктор медицинских наук, профессор, МГМСУ им.
А.И. Евдокимова Минздрава России, г. Москва
allakhverdyan@rambler.ru

Анипченко Наталья Николаевна
«Московский областной научно-исследовательский
клинический институт им. М.Ф. Владимирского»,
г. Москва
dottor.na@gmail.com

Аннотация. Поскольку при всех стадиях ахалазии кардии у пациентов имеются ограничения в питании вследствие развивающейся дисфагии различной степени тяжести, оценка нутритивного статуса имеет существенное значение. В статье представлены наиболее популярные шкалы оценки нутритивного статуса (NRS2002, ESMO 2008 (АБВГ), GLIM), которые носят субъективный характер. Авторами представлена собственная шкала оценки нутритивного статуса именно для пациентов с ахалазией кардии, которая позволяет выявить риск развития недостаточности питания, а в случае имеющейся недостаточности питания определить ее степень для последующего составления индивидуального плана коррекции нутритивной недостаточности.

Ключевые слова: ахалазия кардии, нутритивный статус, NRS2002, шкала ESMO 2008 (АБВГ), шкала GLIM.

помощи или клинического питания, но, по-видимому, не существует оптимальной, универсальной и надежной системы скрининга нутритивного статуса для всех метаболических состояний [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Таким образом, возникла необходимость разработать шкалу оценки нутритивного статуса именно для пациентов с АК.

Цель

Разработать шкалу оценки нутритивного статуса пациентов с АК.

Материалы и методы

Нутритивный статус был исследован у 321 пациента с АК, которые проходили лечение в хирургическом торакальном отделении ГБУЗ МО «Московского областного научно-исследовательского клинического инсти-

Таблица 1. Распределение больных АК по стадиям заболевания

Пол	Стадии заболевания			
	I стадия	II стадия	III стадия	IV стадия
Мужчины	0	52	56	10
Женщины	1	89	99	14
Итого	1 (0,3%)	141 (43,9%)	155 (48,3%)	24 (7,5%)

Таблица 2. Первичная оценка NRS2002

Индекс массы тела менее 20,5	да	нет
Пациент потерял массу тела за последние 3 месяца	да	нет
Имеется недостаточное питание за последнюю неделю	да	нет
Состояние пациента тяжёлое (находится в отделении реанимации и интенсивной терапии)	да	нет

Таблица 3. Финальная оценка NRS2002

Нутритивный статус	
1 балл	Потеря веса более 5% за последние 3 месяца или потребление пищи в объёме 50–75% от нормы в предшествующую неделю
2 балла	Потеря веса более 5% за последние 2 месяца или ИМТ=18,5–20,5; плохое самочувствие или потребление пищи в объёме 25–60% от нормы в предшествующую неделю
3 балла	Потеря веса более 5% за последний 1 месяц (более 15% за 3 месяца) или ИМТ<
Тяжесть заболевания — повышенные потребности в нутриентах	
1 балл	Онкологическое заболевание, перелом шейки бедра, цирроз печени, ХОБЛ, хронический гемодиализ, сахарный диабет
2 балла	Радикальная абдоминальная хирургия, инсульт, тяжёлая пневмония, гемобластоз
3 балла	Черепно-мозговая травма, трансплантация костного мозга, интенсивная терапия (APACHE-II > 10)

тута им. М.Ф. Владимирского» в период 2003–2018 гг. Гендерный состав: женщины — 206 (64,2%), мужчины — 115 (35,8%). Распределение больных АК по стадиям заболевания представлено в таблице № 1.

Изначально для оценки нутритивного статуса мы использовали следующие методы:

1. Определение индекса массы тела (ИМТ) по формуле Кетле: $I=m/h^2$, где m — вес (кг), h — рост (м).
2. Лабораторные показатели: общий белок, альбумин, лимфоциты.
3. Шкалы, которые считаются наиболее удобными для оценки риска развития недостаточности питания у пациентов (использовали по мере их создания): NRS2002, ESMO 2008 (АБВГ), GLIM.

Шкала NRS2002

Определение нутритивного статуса по шкале Nutritional Risk Screening (NRS) — оценка нутритивного риска — была впервые представлена в 2002 году [9, 10]. На первом этапе (первичная оценка) проводится скрининг пациентов по четырем вопросам (таблица № 2).

Если при первичной оценке все ответы отрицательные, это означает отсутствие у пациента нарушений нутритивного статуса.

Если при первичной оценке хотя бы на один вопрос есть положительный ответ, то следует перейти к финальной оценке (таблица № 3).

Если возраст больного 70 лет и более, то необходимо добавить балл к общей сумме. Полученные баллы суммируются. Если сумма баллов по шкале NRS2002 составляет 3 и более, то проводится оценка критериев нутритивной недостаточности с использованием ряда лабораторных и клинических показателей: общий белок, альбумин сыворотки крови, лимфоциты периферической крови, индекс массы тела. Далее необходимо разработать индивидуальную программу нутриционной поддержки.

Шкала ESMO 2008 (АБВГ)

В 2008 году Европейским обществом химиотерапевтов (ESMO) была предложена бальная шкала АБВГ [11], которая представляет собой опросник пациента:

Таблица 4. Шкала GLIM

Фенотипические критерии	
Потеря массы тела (%)	> 5% за последние 3 месяца или > 10% за последние 6 месяцев
Низкий индекс массы тела (кг/м ²)	< 20 (если возраст < 70 лет), < 22 (если возраст > 70 лет) для Азии: < 18,5 (если возраст < 70 лет), < 20 (если возраст > 70 лет)
Сокращение мышечной массы	Подтверждено утвержденными методами измерения состава тела
Этиологические критерии	
Снижение потребления или усвоения пищи	- 50% энергетической потребности более, чем за 1 неделю; любое снижение в течение более 2-х недель; любое хроническое заболевание желудочно-кишечного тракта, которое отрицательно влияет на поступление или усвоение пищи
Воспаление	Связанное с острым заболеванием/травмой или хроническим заболеванием

Таблица 5. Оценка степени тяжести недостаточности питания

Показатели	Степени недостаточности питания		
	Легкая	Средняя	Тяжелая
Альбумин, г/л	35–30	30–25	<25
Общий белок, г/л	60–55	55–50	<50
Лимфоциты, клеток в мкл	1800–1500	1500–800	<800
Дефицит массы тела,% от ИМТ	11–10	21–30	>30
ИМТ, кг/м ²	19–17,5	17,5–15,5	<15,5

А. Отметили ли Вы снижение массы тела за последнее время (самопроизвольное, спонтанное)?

- ◆ Нет — 0 баллов
- ◆ Да — 2 балла

Б. Если «да», то на сколько?

- ◆ 1–5 кг — 1 балл
- ◆ 6–10 кг — 2 балла
- ◆ 11–15 кг — 3 балла
- ◆ Более 15 кг — 4 балла

В. Имеете ли вы снижение аппетита и, как следствие, снижение объема питания?

- ◆ Нет — 0 баллов
- ◆ Да — 1 балл

Г. Оценка:

- ◆ Более 2-х баллов — показана нутритивная поддержка.
- ◆ 0–2 балла — не показана нутритивная поддержка, проводится мониторинг.

Таким образом, опросник АБВГ прост в использовании, но полученный результат носит субъективный характер.

Шкала GLIM

В 2018 году Европейским обществом питания и метаболизма (ESPN) была предложена шкала GLIM (Global Leadership Initiative on Malnutrition) — двухэтапный подход к диагностике недостаточности питания [12, 13]. Первый этап — скрининг для выявления риска недостаточности питания, 2-й этап — оценка тяжести недостаточности питания (таблица № 4).

Для установления диагноза недостаточности питания необходимо наличие 1 фенотипического и 1 этиологического критерия.

У пациентов с риском развития или уже развившейся недостаточностью питания, необходимо оценить ее степень. Для этого применяются критерии, представленные в таблице № 5.

Таблица 6. Шкала оценки недостаточности питания при АК

	№ п/п	Критерий оценки	Результат	Примечание
Определяет риск развития недостаточности питания или факт наличия у пациента недостаточности питания	1.	Отмечает ли пациент спонтанное снижение массы тела за последние 3 месяца?	да	1 балл
			нет	0 баллов
	2.	Если «да», то на сколько?	1–5 кг	1 балл
			6–10 кг	2 балла
			11–15 кг	4 балла
			неизвестно	2 балла
	3.	Отмечаете ли пациент снижение аппетита и, как следствие, снижение объема питания?	да	1 балл
			нет	0 баллов
	4.	Было ли снижено питание на предыдущей неделе?	да	1 балл
			нет	0 баллов
	5.	Страдает ли пациент заболеванием, которое может повлиять на прием пищи или ее усвоение (синдром короткой кишки, стриктура пищевода и т.д.)?	да	1 балл
нет			0 баллов	
6.	Возраст пациента			
II. Оценка степени недостаточности питания	7.	Общий белок, г/л	Если есть хотя бы легкая степень отклонения от нормы этих показателей, то у пациента имеется недостаточность питания. Если в I разделе >2 баллов, а в II разделе — норма, то у пациента имеется риск развития недостаточности питания.	
	8.	Альбумин, г/л		
	9.	Лимфоциты, клеток в мл		
	10.	Дефицит массы тела,% от идеальной массы тела (ИМТ по формуле Брока)		
	11.	ИМТ, кг/м ²		

Таблица 7. Оценка степени нутритивной недостаточности

№ п/п	Показатель	Степень нутритивной недостаточности		
		легкая	средняя	тяжелая
1.	Общий белок, г/л	60–55	55–50	< 50
2.	Альбумин, г/л	35–30	30–25	< 25
3.	Лимфоциты, клеток в мл	1800–1500	1500–800	<800
4.	Дефицит массы тела,% от идеальной массы тела (по формуле Брока)	11–10	21–30	>30
5.	ИМТ, кг/м ²	<20 (если <70 лет) или <22 (если >70 лет)		< 8,5 (если <70 лет) или < 20 (если >70 лет)

АК представляет собой специфическое заболевание с точки зрения нарушения нутритивного статуса пациента. С одной стороны, АК схожа со стенозами пищевода. Однако при нарушении проходимости пищевода злокачественного характера к картине заболевания добавляется раковая интоксикация, которая, в свою очередь, также приводит к снижению аппетита. При рубцовом стенозе пищевода проходимость пищевода нарушается за короткий промежуток времени (зачастую одномоментно). В случае АК заболевание развивается медленно, у пациента возникает определенная приспособленность и недостаточность питания развивается длительно. Поэтому представленные шкалы оценки недостаточности питания не подходят в случае АК. Кроме того, они основываются, в основном, на субъективные критерии.

Учитывая известные недостатки описанных шкал, нами была разработана собственная шкала оценки нутритивного статуса именно для пациентов с АК.

- ◆ Наша шкала состоит из двух разделов: субъективный (10–2 балла — риск развития недостаточности питания);
- ◆ 3–8 баллов — у пациента с АК есть недостаточность питания, степень которой оценивается по данным второго (объективного) раздела шкалы.

Во втором разделе шкалы оценка степени недостаточности питания осуществляется на основании инструментальных и лабораторных данных. После

выявления пациентов, у которых уже развилась нутритивная недостаточность, необходимо оценить ее степень.

Разработанная нами шкала оценки недостаточности питания при АК представлена в таблицах № 6 и 7.

Объективные показатели оценки степени нутритивной недостаточности представлены в таблице № 7.

Заключение по нашей шкале формулируется в виде следующих вариантов:

1. У пациента имеется риск развития недостаточности питания.
2. У пациента имеется недостаточность питания:
 - А) легкой степени,
 - Б) средней степени,
 - В) тяжелой степени.

Для удобства работы на основе предложенной шкалы оценки недостаточности питания при АК нами была разработана и внедрена в практическую деятельность соответствующий чек-лист.

Заключение

Периоперационное недоедание чаще всего выпадает из поля зрения клиницистов как значимый хирургический фактор риска, но при этом хорошо поддается коррекции. И подобная коррекция значительно улучшает результаты лечения.

Разработанная шкала оценки нутритивного статуса пациентов с АК позволяет выявить риск развития недостаточности питания, а в случае имеющейся недостаточности питания определить ее степень для последу-

ющего составления индивидуального плана коррекции нутритивной недостаточности.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Taberna DJ, Navas-Carretero S, Martinez JA. Current nutritional status assessment tools for metabolic care and clinical nutrition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2019 Sep;22(5):323–328. doi: 10.1097/MCO.0000000000000581.
2. Synober L. Assessment of nutritional status: what does it mean? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2018 Sep;21(5):319–320. doi: 10.1097/MCO.0000000000000501. PMID: 29957678.
3. Benoist S, Brouquet A. Nutritional assessment and screening for malnutrition. *J Visc Surg*. 2015 Aug;152 Suppl 1:S3–7. doi: 10.1016/S1878–7886(15)30003–5.
4. Хороненко В.Э. Оценка нутритивного статуса у онкологических больных / В.Э. Хороненко, А.Д. Сергеевко, Е.А. Мандрыка и др. // *Трудный пациент*. — 2018. — Т. 16. — № . 5. — С. 22–26.
5. Раевская М.Б. Раннее пероральное питание как компонент программы ускоренного восстановления после субтотальной эзофагэктомии с одномоментной пластикой пищевода. Проспективное рандомизированное исследование / М.Б. Раевская, Н.Б. Ковалерова, Д.В. Ручкин и др. // *Вестник интенсивной терапии имени АИ Салтанова*. — 2021. — № . 2. — С. 103–114.
6. Корочанская Н.В. Коррекция нутритивного статуса у больных с ахалазией пищевода / Н.В. Корочановская, В.М. Дурлештер. О.Я. Гончар и др. // *Вестник МУЗ ГБН № 2*. — 2011. — № . 13. — С. 22–29.
7. Беркасова И.В. Нутритивная поддержка: незаменимый компонент предоперационной подготовки в хирургии пищевода / И.В. Беркасова, Е.И. Верещагин, Ю.В. Чикинев и др. // *Вестник хирургии имени ИИ Грекова*. — 2012. — Т. 171. — № . 5. — С. 65–68.
8. Храмцова Н.И. Нутритивный статус при стенозирующих заболеваниях пищевода, сопровождающихся саркопенией / Н.И. Храмцова, С.А. Плаксин. Е.Е. Саблин и др. // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. — 2020. — № . 8 (180). — С. 72–77.
9. Anthony PS. Nutrition screening tools for hospitalized patients. *Nutr Clin Pract*. 2008 Aug-Sep;23(4):373–82. doi: 10.1177/0884533608321130. PMID: 18682588.
10. Zhang F, He ST, Zhang Y, Mu DL, Wang DX. Comparison of Two Malnutrition Assessment Scales in Predicting Postoperative Complications in Elderly Patients Undergoing Noncardiac Surgery. *Front Public Health*. 2021 Jun 21;9:694368. doi: 10.3389/fpubh.2021.694368. PMID: 34235132; PMCID: PMC8255481.
11. Лейдерман И.Н. Периоперационная нутритивная поддержка. Клинические рекомендации / И.Н. Лейдерман, А.И. Грицан, И.Б. Заболоцких // *Вестник интенсивной терапии имени АИ Салтанова*. — 2018. — № . 3. — С. 5–21.
12. Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, Gonzalez MC, Fukushima R, Higashiguchi T, Baptista G, Barazzoni R, Blaauw R, Coats A, Crivelli A, Evans DC, Gramlich L, Fuchs-Tarlovsky V, Keller H, Llido L, Malone A, Mogensen KM, Morley JE, Muscaritoli M, Nyulasi I, Pirlich M, Pisprasert V, de van der Schueren MAE, Siltharm S, Singer P, Tappenden K, Velasco N, Waitzberg D, Yamwong P, Yu J, Van Gossum A, Compher C; GLIM Core Leadership Committee; GLIM Working Group. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition — A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin Nutr*. 2019 Feb;38(1):1–9. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.002. Epub 2018 Sep 3. PMID: 30181091.
13. Keller H, de van der Schueren MAE; GLIM Consortium, Jensen GL, Barazzoni R, Compher C, Correia MITD, Gonzalez MC, Jager-Wittenaar H, Pirlich M, Steiber A, Waitzberg D, Cederholm T. Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM): Guidance on Validation of the Operational Criteria for the Diagnosis of Protein-Energy Malnutrition in Adults. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2020 Aug;44(6):992–1003. doi: 10.1002/jpen.1806. Epub 2020 Jun 11. PMID: 32529700.

© Анипченко Алексей Николаевич (dottor.aleks@mail.ru),

Аллахвердян Александр Сергеевич (allakhverdyan@rambler.ru), Анипченко Наталья Николаевна (dottor.na@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ВЕДЕНИЮ ПАЦИЕНТОВ С ЖЕЛЧНОКАМЕННОЙ БОЛЕЗНЬЮ

BASIC APPROACHES TO THE SURGICAL MANAGEMENT OF PATIENTS WITH CHOLELITHIASIS

K. Gabaeva

Summary. Gallstone disease is one of the frequently recorded pathologies of the hepatobiliary system, which has a relapsing course and a certain "classic" clinical picture. The possibility of developing complications, including life-threatening ones (peritonitis), deterioration in the quality of life and professional ability to work with an exacerbation of the pathological process increases the relevance of the radical method of treatment.

The evolution of surgical treatment of cholelithiasis from "open" (laparotomic) methods to minimally invasive ones is a natural consequence of technical progress (the introduction of laparoscopes, robotic platforms). The advantages of minimally invasive interventions have been demonstrated in a number of works. Among them: low trauma, prevention of postoperative complications, good cosmetic effect, shorter duration of hospitalization, reduction of rehabilitation and return to professional activity.

Keywords: cholelithiasis, cholecystectomy, gallbladder, trocar, peritonitis.

Габаева Карина Казбековна

*Специалист, Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова; Терапевт, ГБУЗ «Городская больница г. Московский ДЗМ»
Поликлиника
karina-gabaeva@mail.ru*

Аннотация. Желчнокаменная болезнь является одной из часто регистрируемых патологий гепатобилиарной системы, имеющей рецидивирующее течение и определенную «классическую» клиническую картину. Возможность развития осложнений, в том числе и жизнеугрожающих (перитонит), ухудшение качества жизни и профессиональной трудоспособности при обострении патологического процесса повышает актуальность радикального метода лечения.

Эволюция хирургического лечения ЖКБ от «открытых» (лапаротомных) методов до минимально инвазивных является закономерным следствием технического прогресса (внедрение лапароскопов, роботизированных платформ). Преимущества миниинвазивных вмешательств продемонстрированы в ряде работ. Среди них: малая травматичность, предупреждение развития послеоперационных осложнений, хороший косметический эффект, меньшая продолжительность госпитализации, сокращение сроков реабилитации и возвращения в профессиональную деятельность.

Ключевые слова: желчнокаменная болезнь, холецистэктомия, желчный пузырь, троакар, перитонит.

Введение

Желчнокаменная болезнь (ЖКБ) является многофакторным и многостадийным заболеванием гепатобилиарной системы, характеризующееся определенной клинической картиной, обусловленной нарушением обмена холестерина и/или билирубина с образованием конкрементов в желчном пузыре и/или в желчных протоках [1].

Данные эпидемиологических исследований свидетельствуют о неуклонном ежегодном приросте количества пациентов, страдающих ЖКБ. Ученые прогнозируют, что к 2050 году ЖКБ будет самой распространенной патологией гепатобилиарной системы [2,3].

Развитие серьезных осложнений, повышающих риск развития летального исхода, объясняет значимость выбора ведения пациента в клинической практике [4].

Несмотря на развитие подходов к профилактике и лечению ЖКБ, нетрудоспособность, инвалидность населения и даже летальность по причине осложнений ЖКБ по настоящее время сохраняют свою социальную и экономическую значимость, поэтому качественное и эффективное лечение пациентов с ЖКБ по-прежнему остается важной задачей современной медицины [5].

Цель работы

Анализ литературных данных, посвященный вопросам хирургического лечения пациентов с ЖКБ.

В XIX–XX веках единым верным подходом к хирургическому лечению пациентов с ЖКБ являлось выполнение оперативных вмешательств посредством применения лапаротомного доступа.

Преимущество такого подхода объяснялась хорошей визуализацией операционного поля через доступ достаточного размера.

Идея тотального удаления желчного пузыря была связана с тем фактом, что в тот период времени доминировало мнение о необходимости полного удаления желчного пузыря ввиду его возможной роли в продукции камней.

Первая традиционная холецистэктомия была выполнена в 1882 году немецким хирургом Карлом Лангенбухом, в России — Ю.Ф. Косинским в 1889 году. В связи с тем, что лапаротомные вмешательства характеризовались большими размерами доступа, высокой травматичностью и длительным болезненным периодом восстановления, поиск альтернативных методов хирургического лечения пациентов данной когорты всегда был актуален [6,7].

Начало новой эпохи в развитии хирургии желчного пузыря было положено в 1985 году, когда E. Mische выполнил первую лапароскопическую холецистэктомию, качественно изменив подход к хирургическому удалению желчного пузыря. В 1987 г. P. Mouret при проведении лапароскопической холецистэктомии стал использовать не только многопроточный доступ, но и видеомонитор. В дальнейшем, к началу 90-х гг. XX века, лапароскопическая холецистэктомия уже получила широкое распространение и в течение 90-х гг. XX века заменила открытое вмешательство и стала стандартом хирургического лечения больных ЖКБ.

В ряде отечественных и зарубежных работ были продемонстрированы результаты, сравнивающие открытые и лапароскопические вмешательства при ЖКБ [8,9].

Авторами было отмечено несомненные преимущества лапароскопической методики: меньшая травматизация передней брюшной стенки, менее выраженные болевые ощущения в послеоперационном периоде, лучший косметический эффект, более быстрое восстановление [8,9,10]. Следует отметить, что показатель качества жизни, оцениваемый в исследованиях по опроснику SF-36 также был выше в группе пациентов, перенесших лапароскопическое вмешательство [11].

В литературе описаны случаи, когда может быть осуществлен вынужденный переход от лапароскопического доступа к лапаротомному — наличие больших и гигантских камней желчного пузыря. Однако в исследовании Igwe PO et al., 2020 г. описан клинический случай удаления гигантского камня желчного пузыря посредством лапароскопической методики [12].

На современном этапе развития лапароскопической хирургии определяются три направления техники выполнения операций: уменьшение диаметра троакаров и манипуляторов (минилапароскопия), уменьшение количества разрезов, через которые осуществляется оперативное вмешательство и использование для осуществления технологии естественных доступов [13,14].

В последнее десятилетие одним из направлений развития минимально инвазивной хирургии стала методика единого лапароскопического доступа, или, как ее называют за рубежом, однопортовой хирургии (LESS, SILS и т.д.) [15].

Результаты крупного исследования, в котором приняли участие 1841 человек с ЖКБ, оперированные с применением единого лапароскопического доступа (944 человек) и мультипортовой методикой (897 участников) были опубликованы в 2013 году. Авторами были отмечены преимущества единого лапароскопического доступа в отношении таких показателей, как: косметический эффект и выраженность болевых ощущений. Продолжительность оперативного вмешательства при мультипортовой холецистэктомии была меньше, но статистическая значимость отмечена не была. Различий в частоте регистрации послеоперационных осложнений также отмечено не было [16].

Первые роботизированные хирургические системы были разработаны в середине 1980-х годов, однако тогда роботизированная платформа не получила широкого распространения до тех пор, пока телехирургическая роботизированная система da Vinci® (Intuitive Surgical, Саннивейл, Калифорния, США) не была одобрена FDA в 2000 году. Преимущества роботизированной хирургии по сравнению с традиционной лапароскопической хирургией включают в себя трехмерную

видеоплатформу, более универсальный инструмент с 7, а не 4 степенями движения, а также лучший эргономичный дизайн для хирургов [17]. Некоторые авторы в своих работах демонстрируют большую продолжительность оперативного вмешательства при роботизированной методике, однако данный факт, по их мнению, может быть устранен непрерывным выполнением достаточного количества холецистэктомий и совершенствованием хирургами своих навыков [18].

В целом, выбор тактики ведения пациентов с ЖКБ определяется рядом факторов: клинической характеристикой пациента, данными объективных методов исследования, соматическим статусом, наличием или отсутствием осложнений (например, холедохолитиаз), оснащением медицинского центра, специализацией оперирующего хирурга.

Несмотря на то, что существует достаточное количество альтернативных методов лечения пациен-

тов с ЖКБ (консервативная литотрипсия, чрезкожная ударно-волновая литотрипсия), большинство авторов сходятся во мнении, что только хирургическая тактика ведения больных позволит радикально решить вопрос обострений и предотвратить развитие жизнеугрожающих осложнений (разрыв желчного пузыря, перитонит, рак желчного пузыря).

ВЫВОД

Эволюция хирургического ведения пациентов с ЖКБ от «открытых» методик до минимально инвазивных является закономерным следствием технического прогресса, внедрения новых роботизированных платформ, желанием оперирующих хирургов получать новые знания и постоянно совершенствовать существующие навыки. Выполнение дальнейших исследований и анализ результатов минимально инвазивной хирургии с применением роботизированной методики является перспективным направлением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селезнева Э.Я. Алгоритм диагностики и лечения желчнокаменной болезни / Э.Я. Селезнева, Е.В. Быстровская, Ю.Н. Орлова и др. // Русский медицинский журнал. — 2015. — № 13. — С. 730–737
2. Вахрушев Я.М. Желчнокаменная болезнь: эпидемиология, факторы риска, особенности клинического течения, профилактика / Я.М. Вахрушев, Н.А. Хохлачева // Архив внутренней медицины. — 2016. — Т. 29, № 3. — С. 30–35
3. Ibrahim M. Gallstones: Watch and wait, or intervene? / M. Ibrahim, S. Sarvepalli, G. Morris-Stiff et al. // Cleveland Clinic Journal of medicine. — 2018. — Vol. 85, № 4. — P. 323–331
4. Подолужный В.И. Осложнения желчнокаменной болезни / В.И. Подолужный // Фундаментальная и клиническая медицина. — 2017. — № 1. — С. 102–114
5. Баталова Ю.С. Современные лапароскопические технологии при лечении желчнокаменной болезни / Ю.С. Баталова, О.Б. Нузова // Оренбургский медицинский вестник. — 2015. — Т. 12, № 4. — С. 61–67.
6. Шумкина Л.В. Хирургия единого лапароскопического доступа: современные тенденции в лечении холецистита / Л.В. Шумкина, Ю.Г. Старков // Эндоскопическая хирургия. — 2014. — № 1. — С. 58–61.
7. Старков Ю.Г. Исторические аспекты и современное состояние хирургии единого доступа / Ю.Г. Старков, К.В. Шишин, И.Ю. Недолужко и др. // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. — 2012. — № 9. — С. 90–93.
8. Ивашкин В.Т. Рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению желчнокаменной болезни / В.Т. Ивашкин, И.В. Маев, Е.К. Баранская // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 2016. — № 3. — С. 64–80
9. Agha R.A. The SCARE2018 statement: updating consensus surgical Case report (SCARE) guidelines / R.A. Agha, M.R. Borrelli, R. Farwana et al // Int. J. Surg. 2018;60:132–136.
10. Taki-Eldin A. Outcome of laparoscopic cholecystectomy in patients with gallstone disease at a secondary level care hospital / A. Taki-Eldin, A.E. Badawy // Arq Bras Cir Dig. — 2018. — Vol. 31, № 1. — P. e1347.
11. Rydbeck D. Health-Related Quality-of-Life in a cohort undergoing cholecystectomy / D. Rydbeck, B. Anesten, T. Barje et al // Annals of Medicine and Surgery. — 2015. — Vol. 4, № 1. — P. 22–25.
12. Igwe P.O. Laparoscopic cholecystectomy for giant gall stone: Report of two cases / P.O. Igwe, O.N. Diri // Int J Surg Case Rep. — 2020. — № 67. — P. 207–210.
13. Можаровский В.В. Однопортовая холецистэктомия — за и против (с комментарием) / Можаровский В.В., Мишарин В.М., Цыганов А.А. и др. // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. — 2016. — № 6. — С. 50–54.
14. Hernandez J.M. Laparoendoscopic single site cholecystectomy: the first 100 patients / Hernandez J.M., Morton C.A., Ross S. et al. // Am. Surg. — 2009. — Vol. 75. — P. 681–685.
15. Seeliger B. Enabling single-site laparoscopy: the SPORT platform / B. Seeliger, M. Diana, J.P. Ruurda et al. // Surg Endosc. — 2019. — № 33. — P. 3696–3703
16. Geng L. Single incision versus conventional laparoscopic cholecystectomy outcomes: a meta-analysis of randomized controlled trials / L. Geng, C. Sun, J. Bai // J. PLoS One. — 2013. — Vol. 8, № 10. — P. 1–10.

17. Zaman J.A. The emerging role for robotics in cholecystectomy: the dawn of a new era? / J.A. Zaman, T.P. Singh // Hepatobiliary Surg Nutr. — 2018. — Vol. 7, № 1. — P. 21–28.
18. Lee G.I. Robotic cholecystectomy versus laparoscopic cholecystectomy: single institution experience in Korea / G.I. Lee, N.H. Baek, K.S. Yoo et al // The 38th Congress of the Korean Association of Hepato-Biliary-Pancreatic Surgery. Jeju, Korea. Seoul: Korean Association of Hepato-Biliary-Pancreatic Surgery. — 2013, p. 182–183.

© Габаева Карина Казбековна (karina-gabaeva@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И НУЖДАЕМОСТЬ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПАРОДОНТА (РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ)

Евневич Кирилл Андреевич

Ассистент, ФГБОУ ВО «Смоленский
государственный медицинский университет»

Минздрава РФ

Evnevich.stom@mail.ru

THE SPECIFIC FEATURES OF THE STOMATOLOGICAL STATUS AND THE SCOPE OF THERAPEUTIC AND PREVENTIVE MEASURES IN PATIENTS WITH PERIODONTAL DISEASE.

K. Evnevich

Summary. The aim of our work was to study the structure of dentoalveolar anomalies and deformations and the volume of treatment and preventive measures in patients with periodontal diseases according to retrospective analysis of medical records of dental patients who applied for dental care. Within the framework of the study objective, a comparative retrospective analysis of 500 medical records of dental patients who applied for dental care in the network of private dental clinics "ORTOS" for the period 2013–2018 was carried out. The age of the patients whose records were analysed ranged from 35 to 65 years. The information obtained was entered into an assessment criteria chart that we developed. A retrospective analysis of 500 medical records of dental patients who applied for dental care in the network of private dental clinics "ORTOS" allowed a number of conclusions to be made:

the highest prevalence of periodontal disease (64.5%) was detected between the ages of 35 and 44, among periodontal diseases, parodontitis of average severity prevails; its prevalence is 64%;

periodontal disease is most commonly associated with protrusion of the anterior teeth and crowding of the mandibular anterior teeth — 64.4% and 24.8%, respectively

generalised periodontitis of mild severity in 90% of cases is accompanied by crowding of the mandibular anterior teeth, of moderate (88.9%) and severe (81.5%) degrees by protrusion of the anterior teeth;

dental treatment of patients with dentoalveolar deformities and periodontal diseases is comprehensive, but the proportion of orthodontic and prosthetic components is very small with a high need for them.

Keywords: dentoalveolar anomalies, periodontal diseases, protrusion of the anterior teeth.

Аннотация. Цель работы: изучение структуры зубочелюстных аномалий и деформаций и объема лечебно — профилактических мероприятий у пациентов с заболеваниями пародонта по данным ретроспективного анализа медицинских карт больных, обратившихся за стоматологической помощью в сеть клиник «ОРТОС» за период 2013–2018 гг.

Материалы и методы. Проведен анализ 500 медицинских карт пациентов, с заболеваниями пародонта в возрасте 35–65 лет. Полученные сведения вносили в разработанную нами схему оценочных критериев.

Результаты. Анализ 500 медицинских карт стоматологических больных показал, что у пациентов стоматологических клиник «ОРТОС» различные формы заболеваний пародонта чаще всего встречаются в возрасте 35–44 лет (64,6% случаев). Генерализованный пародонтит средней степени тяжести диагностирован у 64% пациентов, легкой и тяжелой — у 10% и 12,2% соответственно, гингивит — у 12,4% и лишь у 1,4% пациентов заболевания пародонта не выявлены. Ортодонтическое лечение проведено всего лишь у 5% пациентов, восстановление целостности зубных рядов — у 4,4% из общего числа обратившихся за стоматологической помощью, несмотря на высокую нуждаемость в этих видах лечебно — профилактических мероприятий.

Выводы.

- наибольшая распространенность заболеваний пародонта (64,5%) выявлена в возрасте 35–44 года с превалированием пародонтита средней степени тяжести 64%;
- заболевания пародонта наиболее часто сочетаются с протрузией передних зубов верхней челюсти и скученностью передних зубов нижней челюсти — 64,4% и 24,8% соответственно;
- генерализованный пародонтит легкой степени тяжести в 90% случаев сопровождается скученным положением передних зубов нижней челюсти, средней (88,9%) и тяжелой (81,5%) степеней — с протрузией передних зубов верхней челюсти;
- стоматологическое лечение пациентов с зубочелюстными деформациями и заболеваниями пародонта комплексное, но удельный вес ортодонтической и ортопедической составляющих очень мал (5%) при высокой нуждаемости в них.

Ключевые слова: зубочелюстные аномалии, заболевания пародонта, протрузия резцов.

Введение

Распространенность пародонтопатий высока и достигает 90–93% среди взрослого населения. Структурность заболеваний проявляется различными формами и степенями тяжести [1, 2, 3].

Причины возникновения воспалительных заболеваний пародонта многочисленны и разнообразны [4, 5]. Заболевания пародонта чаще являются первичным фактором и могут влиять на формирование патологического прикуса, причем дистальная окклюзия встречается у 47,8% обследованных, мезиальная — у 42,9%, реже диагностируются вертикальные нарушения окклюзии — у 4,8%. Следует отметить, что 34–43% пациентов с патологией пародонта нуждаются в ортодонтическом лечении [6].

Традиционно сложившаяся схема лечения пациентов с различной степенью пародонтита подразумевает комплексное лечение, включающее в себя последовательную работу стоматологов разного профиля. Вопреки этому, превалирует лечение у врача-пародонтолога с различными видами шинирования зубных рядов [2,3,5].

Взаимная обусловленность зубочелюстных аномалий и деформаций и патологии пародонта позволяет утверждать, что ортодонтическая коррекция является важной составляющей комплексного лечения воспалительных заболеваний пародонта.

Цель исследования

Изучить структуру зубочелюстных аномалий и деформаций и объем лечебно-профилактических мероприятий у пациентов с заболеваниями пародонта по данным анализа медицинских карт стоматологических больных.

Материалы и методы

В рамках поставленной цели проведен сравнительный ретроспективный анализ 500 медицинских карт стоматологических больных в возрасте 35–65 лет, обратившихся за стоматологической помощью в сеть частных клиник «ОРТОС» за период 2013–2018 гг.

Необходимые размеры выборок были рассчитаны при помощи модуля Samplesize программы Compare2 3.71 пакета WinPeri 11.61 (J.H. Abramson) для уровня статистической значимости 5% и мощности 80%. Проведение работы одобрено Этическим комитетом ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России.

Результаты и их обсуждение

Анализ 500 медицинских карт стоматологических больных показал, что у пациентов стоматологических клиник «ОРТОС» различные формы заболеваний пародонта чаще всего встречаются в возрасте 35–44 лет (64,6% случаев).

Генерализованный пародонтит средней степени тяжести диагностирован у 64% пациентов, легкой и тяжелой — у 10% и 12,2% соответственно, гингивит — у 12,4% и лишь у 1,4% пациентов заболевания пародонта не выявлены.

При изучении распространенности дефектов зубных рядов чаще всего встречали дефекты III класса (по Кеннеди) у 21,4% пациентов, II класс — у 11,2%, I и IV классы — у 4,8% и 4,0% соответственно. В 58,6% случаев у пациентов были целостные зубные ряды, а нуждаемость в ортопедическом лечении достигла 30,4%.

Структурный анализ зубочелюстных аномалий и деформаций, сочетающихся с патологией пародонта, показал, что чаще у этих пациентов встречается протрузия передних зубов верхней челюсти (64,4%) и скученность резцов нижней челюсти (24,8%).

Следует отметить, что патологические виды прикусов диагностированы стоматологами значительно реже, а низкая распространенность сагиттальной патологии окклюзии, вероятно, объясняется ошибками в диагностике при обследовании пациентов. Протрузия и ретрузия зубов могут быть как самостоятельной нозологической формой нарушений в зубочелюстной системе, так и симптомом патологического прикуса. Нарушения окклюзии отсутствовали у незначительного количества пациентов с заболеваниями пародонта, а их подавляющее большинство нуждается в ортодонтической коррекции (98%). Анализ взаимосвязи заболеваний пародонта и зубочелюстных аномалий и деформаций позволил проследить следующую закономерность: скученность передних зубов нижней челюсти и протрузию зубов верхней челюсти практически у половины пациентов сопровождают различные формы гингивита. В свою очередь хронический генерализованный пародонтит легкой степени тяжести очень часто сочетается со скученностью передних зубов нижней челюсти, а средней и тяжелой степени — с протрузией передних зубов (таблица 1).

Приведенная статистика иллюстрирует механизм развития зубочелюстных деформаций при пародонтите: ослабленный заболеванием пародонт (при средней и тяжелой степени) воспринимает физиологичную жевательную нагрузку как чрезмерную, что усугубляет ситуацию и приводит к веерообразному расхождению верхних

Таблица 1. Взаимосвязь зубочелюстных аномалий и деформаций с заболеваниями пародонта

Зубочелюстные аномалии и деформации	Заболевания пародонта			
	Гингивит	ХГП легкой степени	ХГП средней степени	ХГП тяжелой степени
Скученность передних зубов нижней челюсти	45,2%	90%	11,6%	9,5%
Глубокий прикус	1,2%	4,0%	1,9%	0%
Открытый прикус	0,4%	0%	1,3%	0%
Прогнатия	0,6%	2,0%	0,6%	0%
Прогения	1,0%	0%	1,3%	0%
Протрузия передних зубов	51,6%	2,0%	88,9%	81,5%

Примечание. Различия статистически значимы (тест хи-квадрат Пирсона, $p=0,003$).

фронтальных зубов, не имеющих резервных сил пародонта и не способных выполнять свою функцию полноценно.

Особое внимание мы уделяли анализу объема проведенных лечебно-профилактических манипуляций. Следует отметить, что ведущее место занимают терапевтические манипуляции, шлифовывание и шинирование зубов.

Ортодонтическое лечение проведено всего лишь у 5% пациентов, восстановление целостности зубных рядов — у 4,4% из общего числа обратившихся за стоматологической помощью, несмотря на высокую нуждаемость в этих видах лечебно-профилактических мероприятий.

Выводы

- ◆ наибольшая распространенность заболеваний пародонта (64,5%) выявлена в возрасте 35–

44 года с превалированием пародонтита средней степени тяжести 64%;

- ◆ среди заболеваний пародонта превалирует пародонтит средней степени тяжести, его распространенность составляет 64%;
- ◆ заболевания пародонта чаще сочетаются с протрузией передних зубов верхней челюсти и скученностью передних зубов нижней челюсти — 64,4% и 24,8% соответственно;
- ◆ генерализованный пародонтит легкой степени тяжести в 90% случаев сопровождается скученным положением передних зубов нижней челюсти, средней (88,9%) и тяжелой (81,5%) степеней — с протрузией верхних передних зубов;
- ◆ стоматологическое лечение пациентов с зубочелюстными деформациями и заболеваниями пародонта комплексное, но удельный вес ортодонтической и ортопедической составляющих очень мал (5%) при высокой нуждаемости в них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юнусова А.К. Морфофункциональные основы клинической симптоматики воспалительных заболеваний пародонта Текст. / А.С. Григорян, О.А. Фролова // Стоматология. 2006. — № 3. — С. 11–17
2. Грудянов А.И. Особенности соотношения коллагена I и III типов у пациентов с хроническим и агрессивным течением пародонта / А.И. Грудянов [и др.] // Стоматология для всех. — 2017. — № 4. — С. 26–31. — Библиогр.: с. 31 (12 назв.).
3. Давыдов, Б.Н. Микробиоценоз полости рта у здоровых подростков и больных хроническим гастритом и гастроуденитом / Б.Н. Давыдов, О.А. Гаврилова, В.М. Червинец, Ю.В. Червинец, Д.В. Лебедев // Стоматология. 2009. -№ 2. — С. 23–26.
4. Кузьмина Э.М., Кузьмина И.Н., Петрина Е.С. Стоматологическая заболеваемость населения России. Состояние тканей пародонта и слизистой оболочки рта. / Под ред. проф. Янушевича О.О. М., 2009–236 с.
5. Petersen P.E. Global policy for improvement of oral health in the 21st century- implications to oral health research of World Health Assembly 2007, World Health Organization // Community Dent. Oral Epidemiol. 2009. — Vol.37, № 1. — P. 1–8.
6. Чукаева И.И., Ахматова Ф.Д. Обследование по раннему выявлению заболеваний и факторов риска. Часть 1. Справочник поликлинического врача, 2014. — № 9.-С.4–9

© Евневич Кирилл Андреевич (Evnevich.stom@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭКСПЕРТНЫЕ ВОПРОСЫ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА-РЕВМАТОЛОГА

EXPERT QUESTIONS IN THE PRACTICE OF A RHEUMATOLOGIST

L. Zotova

Summary. Rheumatic diseases are a source of serious medical, psychological, social problems for a person and society. This pathology is characterized by a wide prevalence, often an early onset, a continuously progressive course, which initially leads to regular episodes of temporary disability, and subsequently to disability. Even timely and complete therapy cannot guarantee the absence of disease progression in all patients. A rheumatologist should be well versed not only in clinical guidelines, but also in legislative acts that regulate issues related to the establishment of disability. A feature of the medical and social examination and all processes related to the referral of a patient, examination, decision-making, is strict adherence to legislative acts, in which all these steps are spelled out in detail.

Keywords: rheumatic pathology, rheumatologist, clinical guidelines, professional standard, medical and social expertise, disability.

Зотова Людмила Алексеевна

К.м.н., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
dr.zotova@gmail.com

Аннотация. Ревматические заболевания являются источником серьезных медицинских, психологических, социальных проблем для человека и общества. Для данной патологии характерна широкая распространенность, часто — раннее начало, непрерывно прогрессирующее течение, которые приводят вначале к регулярным эпизодам временной нетрудоспособности, а в последующем — и к инвалидности. Даже своевременная и полноценная терапия не может гарантировать отсутствие прогрессирования заболевания у всех больных. Врач-ревматолог должен хорошо ориентироваться не только в клинических рекомендациях, но и в законодательных актах, которые регулируют вопросы, связанные с установлением инвалидности. Особенностью медико-социальной экспертизы и всех процессов, связанных с направлением пациента, освидетельствованием, принятием решения, является четкое следование законодательным актам, в которых подробно прописаны все эти шаги.

Ключевые слова: ревматическая патология, врач-ревматолог, клинические рекомендации, профессиональный стандарт, медико-социальная экспертиза, инвалидность.

Ревматическая патология предполагает в большинстве случаев хроническое течение заболевания и стойкое, необратимое нарушение функций организма, выраженное в различном объеме: от минимальных, незначимых изменений до потери способности к самостоятельному передвижению и самообслуживанию. Раннее активное фармакологическое лечение наряду с междисциплинарным реабилитационным подходом улучшает клинические результаты. Тем не менее достаточно часто у врача-ревматолога возникает вопрос о необходимости направления наблюдаемого пациента на медико-социальную экспертизу (МСЭ) для признания или непризнания его инвалидом, определения группы инвалидности и разработки программы реабилитации. Все этапы обследования, направления и проведения экспертизы регламентируются существующими в законодательстве РФ нормативно-правовыми актами. В свою очередь, обязанность врача-ревматолога ориентироваться в этих вопросах прописана в профессиональном стандарте [1].

Как врачу-ревматологу, так и пациенту, не следует совершать ошибку и считать такие характеристики, как дли-

тельность болезни, высокую активность заболевания или наличие одновременно нескольких разных диагнозов основанием для установления инвалидности. Понятие «инвалид» четко определено в различных законодательных актах. Так, Федеральный закон «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» от 24.11.1995 N181-ФЗ дает определение «Инвалид — лицо, которое имеет нарушение здоровья со стойким расстройством функций организма, обусловленное заболеваниями, последствиями травм или дефектами, приводящее к ограничению жизнедеятельности и вызывающее необходимость его социальной защиты» [2]. Таким образом, наличие хронического заболевания, которое привело к стойким изменениям организма, является лишь одним из условий, чтобы признать пациента инвалидом [3].

Законодательно определены функции организма, которые могут быть нарушены из-за различных заболеваний, оцениваемые при проведении МСЭ, а результат оценки играет важную роль при принятии решения, признать ли человека инвалидом и для определения группы инвалидности. Список функций, подлежащих

оценке при освидетельствовании, достаточно большой, но если мы говорим о ревматической патологии, то чаще всего нарушаются так называемые статодинамические функции: нейромышечные, скелетные и связанные с движением (движения головы, туловища, конечностей, в том числе костей, суставов, мышц; статика, координация движений) [4], поэтому их нарушения должны быть подробно описаны врачом в Форме направления на МСЭ. Иные системы тоже могут быть патологически изменены из-за осложнений основного заболевания или проводимой терапии: так, прием нестероидных противовоспалительных препаратов может стать причиной эрозивного поражения желудочно-кишечного тракта или снижения функции почек, в таком случае это должно быть исследовано и описано в Форме направления на МСЭ.

Многоуровневое устройство учреждений МСЭ с выделением трех уровней (бюро, главные бюро и Федеральное бюро) связано с их несколько различными функциями и возможностями. Единство различных уровней состоит в проведении освидетельствований, установлении факта наличия инвалидности, определения группы (если инвалидом признан гражданин в возрасте 18 лет и старше), причины (чаще всего — «общее заболевание»), срока (на какой период гражданин признается инвалидом) и времени наступления инвалидности (то есть, с какого числа наступила инвалидность), а также в разработке индивидуальных программ реабилитации или абилитации [5]. В состав бюро любого уровня входят как минимум три врача. При необходимости в состав специалистов включается психолог, реабилитолог или социальный работник. На настоящий момент единственное требование в отношении сертификации врачей, входящих в состав бюро — как минимум один из них должен иметь сертификат врача по МСЭ [6]. Следовательно, вероятность того, что в проведении процедуры будет принимать участие ревматолог, крайне низка.

Освидетельствование как очное, так и заочное, должно быть проведено в сроки, не превышающие 30 рабочих дней с даты регистрации в бюро направления на МСЭ, либо заявления пациента о проведении МСЭ [7]. Однако, существует и исключение — законодательно установлен срок проведения экспертизы не более 3 рабочих дней для пациентов, нуждающихся в паллиативной медицинской помощи или находящихся на лечении в стационаре после операции по ампутации конечности или конечностей и которым необходимо протезирование (в ревматологической практике такие ситуации крайне редки).

На текущий момент получить направление на МСЭ можно в любой медицинской организации независи-

мо от ее организационно-правовой формы, в органе пенсионного обеспечения или социальной защиты населения [7]. Чаще на МСЭ направляет медицинская организация [8], при этом следует обратить внимание на значимую фразу «медицинская организация независимо от ее организационно-правовой формы». Под этим подразумевается, что на МСЭ направляет не только государственная поликлиника или стационар, но, если пациент наблюдается в коммерческом медицинском центре, например, в рамках ДМС или платно, то направление на МСЭ могут оформить и в этой организации при наличии лицензии, врачебной комиссии.

Следующим сложным вопросом является срок направления пациента на МСЭ. Медицинская организация направляет гражданина на МСЭ после проведения необходимых диагностических, лечебных и реабилитационных или абилитационных мероприятий при наличии данных, подтверждающих стойкое нарушение функций организма [7]. Перед направлением на МСЭ следует точно установить диагноз, провести обследования, назначить лечение, при неэффективности терапии её необходимо изменять, возможно, направить на стационарное лечение, так как амбулаторное лечение не помогает. Лечение ревматических заболеваний — длительный процесс, при котором необходимо в течение нескольких месяцев ждать эффект от проводимой базисной терапии — в этом случае врач должен оценивать динамику состояния, так как следует убедиться в появлении стойких расстройств функций организма, прежде чем направить пациента на МСЭ. Не стоит забывать, что необходимость в получении дорогостоящего лечения (биологическими генно-инженерными препаратами, ингибиторами малых молекул) не является поводом для направления на МСЭ и установления инвалидности. Кроме того, принимать решение по вопросам инвалидности могут только сотрудники бюро МСЭ при проведении освидетельствования, а в обязанности врача-ревматолога входит лишь корректно провести процесс направления, поэтому при общении с пациентом не следует применять нередко используемые фразы «Вам положена инвалидность» или «Вам должны дать 2 группу инвалидности».

Какие же обследования и консультации должны быть сделаны перед направлением на МСЭ пациента с ревматической патологией. Список обследований является законодательно установленным, врач не самостоятельно выбирает, какие консультанты должны оставить свои записи в Форме направления на МСЭ и какие анализы или инструментальные исследования следует провести заранее. Ранее, до августа 2021 г., не было единого предписанного стандарта обследований при направлении на МСЭ пациентов с ревматологической патологией 18 лет и старше, следовательно, могла возникать необходимость в дополнительных обследованиях по решению

бюро МСЭ, затягивался процесс процедуры освидетельствования. Сейчас данный список и сроки валидности тех или иных обследований четко установлен [9]. Если какое-то исследование не будет выполнено или устарело — бюро МСЭ имеет право отказать в проведении МСЭ и вернуть Форму направления в поликлинику для дообследования пациента и исправления документа. Например, у пациентов 18 лет и старше с абсолютно любой ревматической патологией обязательными являются: консультация врача-ревматолога — для определения степени нарушения функции суставов, общий анализ крови, мочи и анализ крови биохимический, рентгенография пораженной части костного скелета. Затем открываем раздел обследований, предписанных для конкретного диагноза. Так, если мы направляем пациента с ревматоидным артритом (РА), обязательными в дополнение к вышеуказанным исследованиям будут: осмотр врача-ревматолога с указанием индексов активности (DAS28, SDAI, CDAI) и функционального состояния (HAQ), определение содержания антител к циклическому цитрулиновому пептиду в крови, С-реактивный белок [9]. Список дополнительных исследований является более широким, в частности: эзофагогастродуоденоскопия — если у пациента есть эрозии или язвы в желудочно-кишечном тракте как осложнение от проводимой терапии, компьютерная томография органов грудной полости — при патологических изменениях, выявленных по результатам рентгенографии органов грудной клетки или при системных проявлениях артрита (интерстициальное заболевание легких, ревматоидные узлы), рентгенография кистей, стоп, определение количества белка в суточной моче, оценка клиренса креатинина (проба Реберга) — если у пациента диагностирован амилоидоз, консультация врача-офтальмолога при склерите и/или эписклерите, консультация невролога при тоннельных синдромах и нейропатии, УЗИ сердца — при наличии его поражении [9]. Таким образом, если у пациента выявляются осложнения РА или вследствие проводимой терапии, то необходимо убедиться, что данная информация перенесена в Форму направления и проведены исследования, которые их подтверждают.

Далее, после подписания врачебной комиссией направления на МСЭ, оно в течение 3 рабочих дней передается медицинской организацией в бюро МСЭ, где представленные документы подлежат первичному изучению. Если направление оформлено некорректно, не включает описание всех обязательных по закону обследований, бюро в течение 3 рабочих дней после регистрации этого направления возвращает его в медицинскую организацию с письменным обоснованием, что следует исправить, какие обследования провести. Медицинская организация на исправление замечаний имеет 14 рабочих дней со дня возврата, в случае необходимости проводит необходимые медицинские об-

следования и осуществляет обратную передачу скорректированного направления в бюро [5].

Во время освидетельствования специалисты бюро изучают представленные документы, проводят анализ клиничко-функциональных, социально-бытовых, профессионально-трудовых, психологических данных и на основе полученных документов, сведений, данных обследования принимают решение об установлении инвалидности. Освидетельствование может проходить очно, либо заочно. Решение принимается простым большинством голосов специалистов бюро, проводивших освидетельствование [5].

Если гражданин признается инвалидом, в зависимости от степени выраженности стойких расстройств функций организма ему устанавливается I, II или III группа инвалидности, если же экспертизу проходил пациент моложе 18 лет — то категория «ребенок-инвалид» (у лиц до 18 лет нет групп инвалидности). Инвалидность I группы устанавливается на 2 года, II и III групп — на 1 год. Категория «ребенок-инвалид» устанавливается сроком на 1 год, 2 года, 5 лет, до достижения возраста 14 лет либо 18 лет [7]. В последующем пациент несколько раз проходит повторные освидетельствования, группа инвалидности без указания срока переосвидетельствования устанавливается не позднее 4 лет после первичного признания инвалидом, если нет улучшения функций. Однако есть исключения, при которых группа инвалидности (или категория «ребенок-инвалид») устанавливается без срока переосвидетельствования (до достижения возраста 18 лет) при первичном освидетельствовании. Например, ювенильный артрит с выраженными и значительно выраженными нарушениями статодинамических функций, системы крови и иммунной системы; системная красная волчанка тяжелого течения с высокой степенью активности, быстрым прогрессированием, склонностью к генерализации и вовлечением в процесс внутренних органов со стойкими выраженными, значительно выраженными нарушениями функций организма, без эффекта от лечения с применением современных методов и др. [7]. То есть, уже при первичном направлении пациентам с такими диагнозами следует особо внимательно и подробно заполнять Форму направления на МСЭ, чтобы при проведении экспертизы было принято корректное решение.

Принятие решения о признании пациента инвалидом и определение группы инвалидности осуществляется следующим образом. При проведении экспертизы обязательно проводится оценка выраженности стойких нарушений функций организма и ограничений жизнедеятельности, вызванных ими. Ревматическая патология в основном приводит к стойкому нарушению статодинамической функции. Выделяются 4 степени выражен-

ности стойких нарушений функций организма человека: I степень — незначительные нарушения в диапазоне 10–30%; II степень — умеренные нарушения в диапазоне 40–60%; III степень — выраженные нарушения в диапазоне 70–80%; IV степень — значительно выраженные нарушения в диапазоне 90–100% [4]. Рассмотрим пример с ревматоидным артритом у пациента старше 18 лет. Находим раздел 13.1.1. в Приложении № 1 [4]:

- ◆ Отсутствие или незначительное нарушение функции организма: функциональный класс (ФК) I, рентгенологическая стадия I, отсутствие или I степень активности заболевания, отсутствие системных проявлений и осложнений заболевания и/или проводимой терапии оценивается как нарушение статодинамической функции в диапазоне 10–30%;
- ◆ умеренное нарушение функции организма: ФК II, рентгенологическая стадия II, II степень активности, отсутствие системных проявлений, наличие осложнений заболевания и/или терапии, соответствует умеренно выраженным нарушениям функций организма — 40–60%;
- ◆ выраженное нарушение функции организма: ФК II — III, рентгенологическая стадия II — IV, II — III степень активности заболевания, наличие системных проявлений и осложнений заболевания и/или терапии, приводит к выраженным нарушениям функций организма — 70–80%;
- ◆ значительно выраженные нарушения функции организма: ФК IV (обоих тазобедренных, или более двух крупных суставов в функционально невыгодном состоянии), рентгенологическая стадия III — IV, вне зависимости от активности заболевания на фоне терапии, наличие системных проявлений, осложнений заболевания и/или терапии, приводит к значительно выраженным нарушениям функций организма — 90–100%.

Таким образом, для корректной оценки выраженности нарушений функций важно, чтобы диагноз в форме направления на МСЭ был сформулирован полноценно, с указанием стадий, степеней активности, ФК и т.д.

Далее при проведении экспертизы оцениваются, какие категории жизнедеятельности нарушены вследствие имеющейся патологии. К основным категориям жизнедеятельности человека относятся: способность к самообслуживанию, самостоятельному передвижению, ориентации, общению, контролю своего поведения, обучению, трудовой деятельности [2]. Выделяются 3 степени выраженности ограничений каждой из основных категорий жизнедеятельности человека. Оценить наличие ограничений категорий жизнедеятельности и их выраженность можно в первую очередь на основании опроса, изучении жалоб.

Итак, врачи эксперты при освидетельствовании определяют, на сколько процентов нарушены функции, какие категории жизнедеятельности ограничены и какова степень ограничения этих категорий. Это нужно для того, чтобы решить, будет ли пациент признан инвалидом. Если пациенту 18 лет и старше, необходимо, чтобы нарушение функций было в диапазоне 40–100% плюс должно быть ограничение а) одной категории жизнедеятельности 2, либо 3 степени или б) нескольких категорий жизнедеятельности в любой степени. Более мягкие критерии применяются при освидетельствовании лиц моложе 18 лет. При этом случае необходимо, чтобы нарушение функций было также в диапазоне 40–100% плюс должно быть хотя бы одно ограничение жизнедеятельности в любой степени. После того, как человек признается инвалидом, лицам 18 лет и старше определяется группа инвалидности (у лиц до 18 лет групп нет). Определяется это также исходя из процента нарушений функций: стойкое нарушение функций в диапазоне 90–100% является основанием для определения 1 группы инвалидности, 70–80% — 2 группы и 40–60% — 3 группы инвалидности [4].

Таким образом, ориентируясь в основных законодательных актах, описывающих этапы направления на МСЭ и проведения экспертизы, врач-ревматолог выполняет обязанности, предписанные профессиональным стандартом, и соблюдает права пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 января 2019 г. N50н «Об утверждении профессионального стандарта «Врач-ревматолог». <https://base.garant.ru/72185032/>
2. Федеральный закон от 24 ноября 1995 г. N181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации». <https://base.garant.ru/10164504/>
3. Быковская Т.Ю., Шаркунов Н.П., Макаренко А.С. и др. Актуальные вопросы направления граждан на медико-социальную экспертизу. Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2021; 2: 7–13. DOI 10.17238/issn1999-2351.2021.2.7-13.
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 27 августа 2019 г. N585н «Об классификациях и критериях, используемых при осуществлении медико-социальной экспертизы граждан федеральными государственными учреждениями медико-социальной экспертизы». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72921006/>

5. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 30 декабря 2020 г. № 979н "Об утверждении Порядка организации и деятельности федеральных учреждений медико-социальной экспертизы" <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400751882/>
6. Пузин С.Н., Дмитриева Н.В., Пайков А.Ю. и др. Актуальные проблемы медико-социальной экспертизы. Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2020; 23 (1): 29–37. DOI 10.17816/MSER34613.
7. Постановление Правительства РФ от 20.02.2006 N95 (ред. от 26.11.2020) «О порядке и условиях признания лица инвалидом» http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58610/
8. Пузин С.Н., Быковская Т.Ю., Меметов С.С. и др. Медико-социальная экспертиза на современном этапе: проблемы, пути решения. Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2018; 1: 7–14.
9. Приказ Минтруда России N402н, Минздрава России N631н от 10.06.2021 «Об утверждении перечня медицинских обследований, необходимых для получения клиничко-функциональных данных в зависимости от заболевания в целях проведения медико-социальной экспертизы». <https://base.garant.ru/401556536/>

© Зотова Людмила Алексеевна (dr.zotova@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Рязанский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова

КЛИНИКО-БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСТЕОСИНТЕЗА ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ КОЛЕННОГО СУСТАВА

CLINICAL AND BIOMECHANICAL ASPECTS OF OSTEOSYNTHESIS OF INTRA-ARTICULAR KNEE FRACTURES CLINICAL AND BIOMECHANICAL ASPECTS OF OSTEOSYNTHESIS OF INTRA-ARTICULAR KNEE FRACTURES

N. Kallaev
A. Ataev
N. Mirzoev
M. Ganiev
A. Magaramov
A. Ogurliev
R. Osmanov

Summary. The paper presents a biomechanical assessment of the outcomes of treatment of 148 patients with intra-articular fractures of the knee joint. The outcomes of treatment of 2 groups of patients were studied: those who received surgical treatment using traditional immersion fixators and with the help of an external fixation apparatus with a dynamic compression device developed by us. On the basis of clinical and experimental data, it has been established that the optimal values of the compression force for fractures of the condyles of the femur and tibia are the force in the range of 274.1 ± 6.7 N. This allowed 92.1% of patients to obtain positive anatomical and functional results.

Keywords: fracture, biomechanics, osteosynthesis.

Каллаев Нажмудин Омаркадиевич

Д.м.н., Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)
nazgmudin_K@mail.ru

Атаев Алевдин Рашитханович

Д.м.н., Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)
drataev57@mail.ru

Мирзоев Назим Эминович

К.м.н., ассистент, Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)

Ганиев Магомедрауф Хадиевич

К.м.н., Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)

Магарамов Абдул Магарамович

Ассистент, Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)
abdulla-magaramov@yandex.ru

Огурлиев Алим Пахрудинович

Ассистент, Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)

Османов Расим Тельманович

Ассистент, Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)
rustelm66@mail.ru

Аннотация. В работе представлена биомеханическая оценка исходов лечения 148 пациентов с внутрисуставными переломами коленного сустава. Изучены исходы лечения 2-х групп больных: получивших оперативное лечение с применением традиционных погружных фиксаторов и с помощью разработанного нами аппарата внешней фиксации с устройством динамической компрессии. На основании клинико- экспериментальных данных установлено, что оптимальными величинами силы компрессии при переломах мыщелков бедренной и большеберцовой костей является сила в пределах $274,1 \pm 6,7$ Н. Это позволило у 92,1% пациентов получить положительные анатомо-функциональные результаты.

Ключевые слова: перелом, биомеханика, остеосинтез.

Актуальность

Внимание к проблеме объясняется не только тяжёлыми последствиями около- и внутрисуставных повреждений области коленного сустава, но и большим удельным весом неудовлетворительных и посредственных исходов и функциональными нарушениями, которые составляют от 12 до 45% (1,7,9). Частота тяжёлых повреждений достигает более 2,5–10% всех около и внутрисуставных переломов (4) и 6–10% всех переломов нижней конечности (3,4). Осложнения, в виде деформирующих артрозов, при внутрисуставных переломах коленного сустава отмечается в пределах 26,9–33,3% (2–7). Процент инвалидности, составляет по данным различных авторов 31,8–42% (2, 6,7),

Цель

Изучение особенностей оптимального распределения сил в плоскостях переломов дистального метаэпифиза бедренной и проксимального сегмента большеберцовой костей при используемом нами компрессионном остеосинтезе внутрисуставных переломов

Материал и методы исследования

Работа основана на изучении исходов лечения 148 больных в возрасте от 18 до 76 лет с внутрисуставными переломами дистального сегмента бедренной и проксимального метаэпифиза большеберцовой костей. В зависимости от методов лечения пациенты распределены на две группы. Первую группу составили 70 больных, получившие оперативное лечение с применением традиционных погружных фиксаторов. Во вторую группу включены 78 пациентов, которым для восстановления нарушенных анатомических соотношений применён аппарат внешней фиксации (4) с устройством динамической компрессии (а.с. № 1731200). Показаниями к применению метода были внутрисуставные переломы коленного сустава по классификации АО/ASIF переломы мыщелков бедренной кости — 33-B3.2, переломы мыщелков большеберцовой кости — 41-B1.1 (1). Компрессионный остеосинтез аппаратом внешней фиксации с устройством динамической компрессии показан после открытой репозиции в ургентной травматологии, при угрозе повреждения сосудисто-нервного пучка или кожных покровов. Показания к применению метода расширяются у пациентов с множественными и сочетанными повреждениями.

Аппарат состоит из трех основных частей (рис. 1): внешней опоры (Б) противоупорных спице-стержневых фиксаторов (В) и компрессирующего устройства (А). По-

следнее посредством подвижного в вертикальном направлении кронштейна (5) и резьбовой штанги (7) соединено с дугами внешней опоры (5). Компрессирующее устройство (рис. 1) состоит из корпуса (1) со шкалой (6) в виде втулки с прорезью, в которой установлен пружинный толкатель (2) с отверстием и цанговым фиксатором (3) под спицу. Внутри втулки (1) установлена пружина (8), которая контактирует с дном втулки и пластиной кронштейна (5). При вращении ручки (4) пружина оказывает взаимное давление на толкатель и перемещает спицу с упорной площадкой на отломок, обеспечивая давление на него силой от 0 до 540 Н. В динамике лечения в раннем послеоперационном периоде, компрессирующее устройство позволяет управлять величиной жёсткости соединения костного фрагмента, с учётом биологической резорбции костной раны. Унифицированные узлы устройства позволяют при необходимости перемещать костные фрагменты в сагитальной и фронтальной плоскостях, сблизать и разъединять их. Оценка прочности фиксации костных фрагментов проводилась нами на 10 моделях внутрисуставных переломов. Экспериментальные исследования проводились на кафедрах «Физики твёрдого тела» и «Сопrotivления материалов» Ульяновского технического университета, а статистическую обработку полученных данных осуществлялась путём компьютерной обработки. Серию экспериментов проводили на дистальном сегменте бедренной кости и проксимальном метаэпифизе большеберцовой кости биоманекенов (4). В экспериментах различного типа внутрисуставные моно- и бикондильярные переломы бедренной и большеберцовой костей имитировали косым распилом на расстоянии от 4 до 6 см от их суставных краёв. Между репонированными отломками предварительно помещали одинаковой толщины (10 мм) прослойку и самотвердеющей пластмассы (акрилакcid), а затем проводили остеосинтез перелома спицей (2 мм) с упорной площадкой и осуществляли компрессию. Полученные слепки плоскости перелома имели в профиль различные размеры в зависимости от испытываемого давления на каждый участок своей поверхности. Каждый слепок распиливали в плоскости перпендикулярной оси верхней конечности или осевой линии, проведенной через центр отломка строго посередине, а затем с помощью измерительного микроскопа МН-1 измеряли толщину опила пластмассы через каждые 2 мм. Уровень сечения, на котором слепок имел наименьшую толщину, являлся наиболее нагружаемым, т.е. здесь была максимальная деформация слепка, которую мы условно принимали за 100%. На основании полученных результатов были составлены графики компрессии плоскости перелома мыщелков бедренной и большеберцовой костей. Максимальная компрессия при переломах мыщелков, достигалась при проведении спиц перпендикулярно плоскости костной раны и соответствовала 70–100%

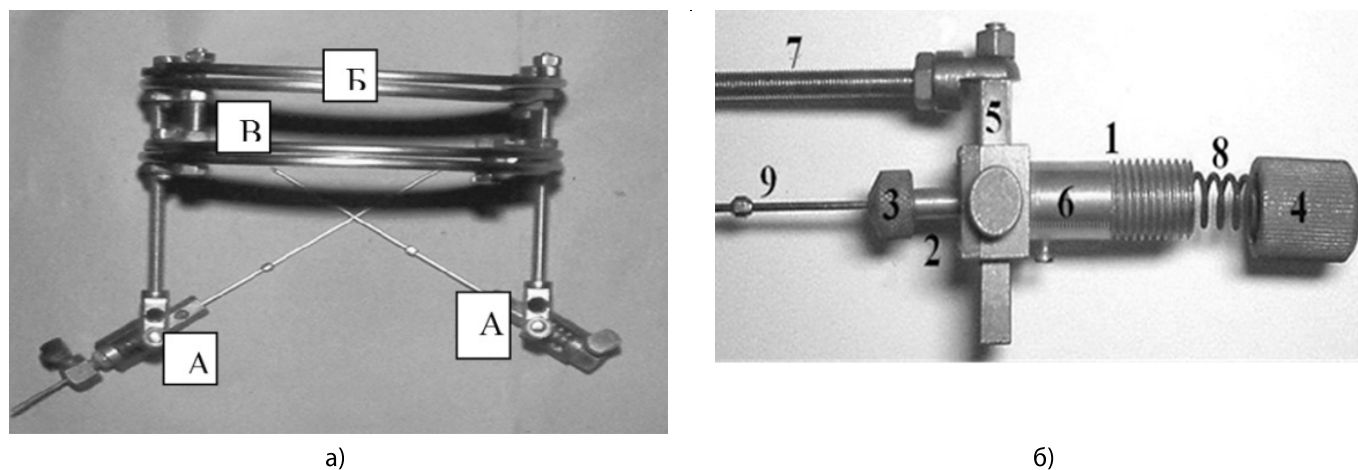


Рис. 1. А — Аппарат внешней фиксации с устройствами динамической компрессии; Б — устройство динамической компрессии

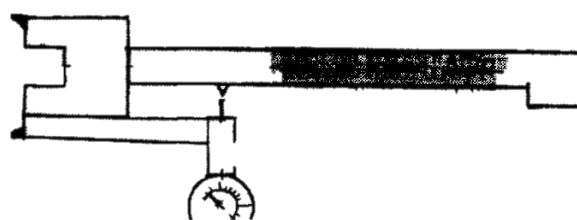


Рис. 2. Схема динамометрического ключа для исследования предела смещения костного фрагмента на «ротацию»

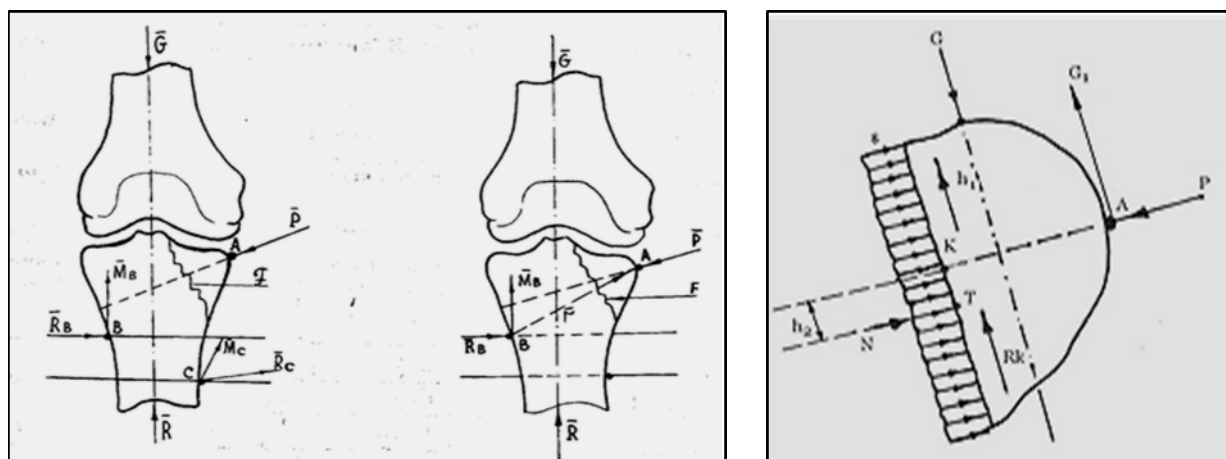


Рис. 3. Схема распределения сил компрессии при переломе мыщелка большеберцовой кости сил на отломок.

величины деформации слепков, умеренная — 40–60%, минимальная — менее 40%.

Испытания прочности остеосинтеза системы «кость-внешний фиксатор» проводились на разрывной машине Р-10 с регистрацией полученных данных

манометром, а предел ротационного смещения — с помощью специально изготовленного ключа (рис 2). Величина прочности фиксированного отломка на разрыв (отрыв — $P_{отр}$) в экспериментах зависела от локализации перелома, от величины костного фрагмента, площади и направления линии излома, модуля упругости

пружины, величины площадки упорной площадки спицы, количества компрессирующих сил.

Исследования показали, что величины усилий, направленных на разъединение и ротационное смещение отломков, находились в прямой зависимости от количества и направления компрессирующих сил и площади костной раны. Эта зависимость легла в основу расчетных схем компрессии и клинического применения метода.

В качестве примера, предлагаем расчёты направлений и величин сил компрессий при переломе мыщелка большеберцовой кости при среднем весе пациента 70 кг (рис 3).

Для удобства расчётов мы ввели следующие биомеханические параметры распределения сил: P — сила компрессии, создаваемая аппаратом и приложенная в точке A ; Q — напряжения на плоскости излома; σ — распределение сил на плоскости излома, препятствующих скольжению отломка; G — часть силы тяжести (веса тела); K — центр площади излома отломка; R_k — реакция упорной спицы, стремящаяся уравновесить силу G . Противоупорная и опорная площадки в точках B и C создают встречно-боковую компрессию, препятствующую боковому перемещению внешней опоры по отношению к сегменту большеберцовой кости. Предположим, что основное напряжение при этом воспринимается в зоне контакта противоупорной спицы с кортикальной пластинкой в точке B . Спица с упорной площадкой в точке C является вспомогательной. Она обеспечивает большую надежность фиксации сегмента конечности и воспринимает на себя малую часть нагрузки основной противоупорной силы в точке B . С учетом этих положений напряжения противоупора в точке B будут несколько завышенными на ту величину нагрузки, которая в реальной ситуации воспринимается упором в точке C . Данное предположение позволяет перейти к расчетной схеме, изображающей статически определенную систему. На рис. 3 система сил $\{P, R, Mb\}$ находится в равновесии, следовательно, для нее имеют место уравнения равновесия, которые в векторной форме имеют вид:

$$P + R_b = 0 \quad (1)$$

$$M_b(P) + M_b = 0, \quad (2)$$

где $M_b(P)$ — момент силы P относительно точки B . Из (1) следует

$$R_b = -P \quad (3)$$

$$\text{Из (2) следует } M_b = Mb(P) \quad (4)$$

Момент силы P относительно точки B равен $M_b(P) = r \times P$, (5), где r радиус-вектор, соединяющий точку натяжения силы компрессии (точки B и A)

Реакция R_b по величине равна силе компрессии P и противоположна по направлению, несмотря на несопадение линий действия этих сил. Направление силы компрессии P определяется ориентацией плоскости излома F (сила компрессии P должна быть перпендикулярна направлению плоскости излома отломка, чтобы избежать появления составляющей силы, направленной на сдвиг отломка). При равномерном распределении сил по плоскости излома их равнодействующая представляется следующим образом: $N = \sigma \times F$ (6) и приложена в центре тяжести сечения в точке T — тогда силы, действующие на отломок, можно изобразить схемой, представленной на рис. 4. Если сила тяжести (веса тела) G_x имеет относительно точки K плечо h_1 , то точка K смещена относительно центра тяжести сечения перелома (точки T) на величину, равную h_2 , причем $h_2 = G \cdot h_1 : P$ (7).

При переломе, когда линия излома проходит на уровне суставного края, сила тяжести $G = 0$, при этом центр плоскости излома совпадает с центром тяжести отломка (компрессирующая спица проходит через центр сечения перелома). Аналогичная ситуация возникает в случаях, если плечо силы тяжести G стремится к нулю, т.е. $h_1 \rightarrow 0$.

Возвратимся к формулам (3) и (4). Напряжение противоупорной площадки спицы в точке B равно $r_b = P$ (8), тогда момент сил, создаваемый противоупором в точке B , представляется следующим образом: $M_b = P \cdot h$, где h — плечо силы P относительно точки B (расстояние от противоупора до линии действия силы компрессии). Например, сила веса тяжести, действующая на метафиз большеберцовой кости, составляет часть веса тела человека и может изменяться в пределах $G = (0,5 - 1,0) G_t$; если G_t (вес тела человека) равен 70 кг (700 Н), то $G = 350 \text{ } \sigma \text{ } 700 \text{ Н}$. При опоре на конечность реакция R , действующая в проксимальном направлении на метаэпифиз, уравновешивает силу тяжести G , следовательно, $R = G$, $R = 350 \text{ } \sigma \text{ } 700 \text{ Н}$, при условии $G = 700 \text{ Н}$

Сила P , создаваемая компрессирующим устройством равна равнодействующей распределенных сил давления на всю площадь излома, т.е. $P = N$, а с учетом силы тяжести G (часть веса тела) $P = \sigma F$ (9)

При известных данных прочности соединения отломков на компрессию и ротацию, напряжения, испытываемые по плоскости излома, препятствуют сращению перелома. При этом сила компрессии равна

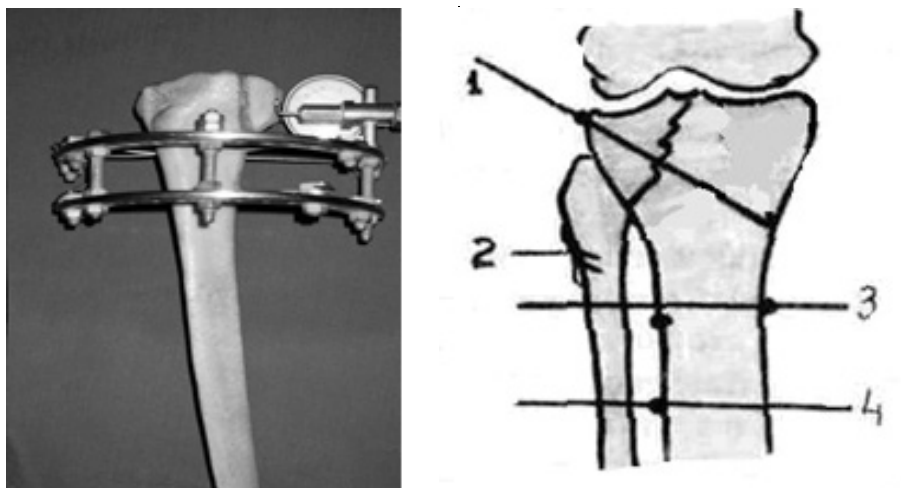


Рис. 4. Модель аппарата и схема остеосинтеза при переломе мыщелков большеберцовой кости: 1 — компрессирующие спицы; 2 — п. Peroneus communis; 3–4 — противоупорные спице-стержневые конструкции.

$P = [\sigma]F$, (10) где $[\sigma]$ — известная величина прочности соединения костного фрагмента, F — площадь сечения перелома.

При $[a] = 0,25-10^6$ Па и площади сечения перелома $F = 4 \text{ см}^2$ сила компрессии на отломок составит $P = 0,25-10^6 \cdot 4 = 100 \text{ Н}$.

Если $[\sigma] = 0,5-10^6$ Па, $F = 8 \text{ см}^2$, то $P = 0,5-10^6 \cdot 8 = 400 \text{ Н}$.

Реакция противоупорного устройства B вычисляется по формуле (7) $rb = P$. Момент сил, создаваемый противоупором в точке B , как следует из формулы (8), $mb = P \cdot h$. Если плечо силы P относительно точки B равно $h = 1,5 \sigma 2 \text{ см}$, то величина момента M_b при $P = 250 \text{ Н}$ составит $M_b = 250 \cdot 2 = 500 \text{ Нм}$. С учётом сил, направленных на горизонтальное и ротационное смещения костного фрагмента (Ротр.) (Прот.), сила компрессии на отломок должна быть не менее $P = ([\sigma]F) + \text{Ротр.} + \text{Прот.}$

Для мыщелка большеберцовой кости эта величина будет равняться при условии: $a = 0,25-10^6$, $F = 9 \text{ см}^2$, $\text{Ротр.} = 32,8 \text{ Н}$, $\text{Прот.} = 38,6 \text{ Н}$. Эта величина будет равняться $0,25 \times 10^6 \times 9 + 32,8 + 38,6 = 2271,4 \text{ Н}$. Таким образом, при площади костной раны $F = 9 \text{ см}^2$ и при условии среднего модуля упругости пружины компрессирующего устройства 248 Н сила компрессии на отломок большеберцовой кости составляет $271,4 \pm 6,7 \text{ Н}$. При переломах мыщелков бедренной кости при площади костной раны в пределах $12-14 \text{ см}^2$ величина силы компрессии на отломок равняется $321,6 \pm 7,3 \text{ Н}$. С увеличением площади сечения перелома сила сжатия возрастает.

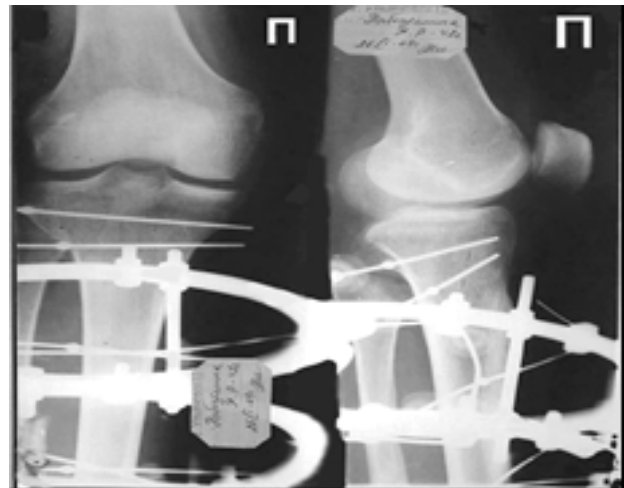
При применении аппарата внешней фиксации с устройством динамической компрессии в клинике вносятся коррективы, учитывающие данные веса пациента, величины костного фрагмента и смещающих моментов напряжения связочного аппарата. На рис. 4 представлены модель и схема остеосинтеза перелома мыщелка большеберцовой кости.

Результаты и обсуждение

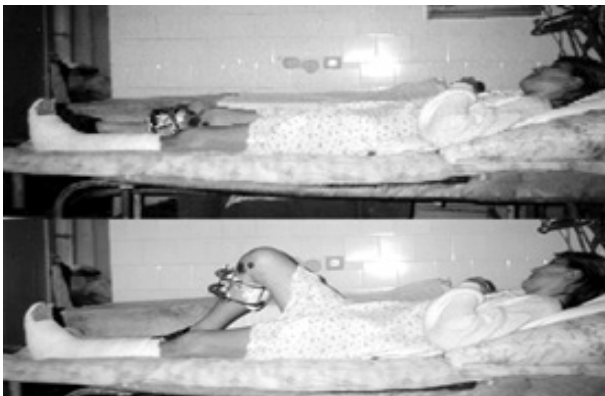
Одним из ведущих критериев оценки результатов внутрисуставных повреждений коленного сустава являются сроки восстановления функции поврежденного сустава. Разница сроков восстановления движений в суставе 1 и 2 клинических групп составила 28,4 дня ($p_{1-2} > 0,05$). Из ближайших результатов, у 12 (8,1%) больных отмечены типичные для внеочагового компрессионно-дистракционного остеосинтеза осложнения (нагноение мягких тканей вокруг спиц и стержней), которые не повлияли на исход. Отдалённые результаты изучены у 62 больных первой и 76 пациентов второй основной группы в сроки 3 и 7 лет после травмы по методике Э.Р. Маттиса и А.И. Нечушкина (1984). В первой группе у 41 (66,2%) пациента получены хорошие анатомо-функциональные результаты, у 9 (14,5%) — удовлетворительные и у 12 — (19,4%) — неудовлетворительные. Среди неудовлетворительных исходов преобладали деформирующие артрозы и контрактуры коленного сустава. Основными причинами посредственных исходов были безуспешные закрытые репозиции и позднее начало функциональной реабилитации сустава, после завершения гипсовой иммобилизации. Во второй группе положительные результаты выявлены у 70 (92,1%) больных, неудовлетворительные — у 6 (7,9%). При-



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис 5. Больная Н., 41 г. Диагноз: «Политравма. Закрытая черепно-мозговая травма, ушиб головного мозга, закрытый перелом наружного мыщелка правой большеберцовой кости, закрытый перелом наружной лодыжки правой голени без смещения (41-B1.1(2), гемартроз правого коленного сустава (рис 5 А); Б — компрессионный остеосинтез наружного мыщелка большеберцовой кости с устройством динамической компрессии; В — функция коленного сустава на третий день после операции; Г — рентенограмма после снятия аппарата; Д — функция сустава через год после операции. Е — рентгенография коленного сустава через год после операции.

чинами неудовлетворительных исходов в основной группе были ослабление жёсткости системы «конечность-аппарат» в начале освоения метода и погрешности амбулаторного наблюдения. Средний балл исходов лечения поврежденных во второй группе составил $95,3 \pm 3,1$ баллов при 100 бальной системе.

Клиническое наблюдение (рис 5)

Больная Н., 41 г., поступила в клинику через 40 минут после автоаварии с диагнозом «Поли травма. Закрытая черепно-мозговая травма, ушиб головного мозга, закрытый перелом наружного мыщелка правой большеберцовой кости, закрытый перелом наружной лодыжки правой голени без смещения гемартроз правого коленного сустава (рис 5).

Через две недели, после стабилизации состояния больной под проводниковой анестезией, произведена артротомия правого коленного сустава, открытая репозиция перелома мыщелка, компрессионный остеосинтез аппаратом внешней фиксации с устройством динамической компрессии (рис 5 Б). Параллельно произведен остеосинтез перелома левой большеберцовой кости металлической пластиной. На третий день после операции объем движений правого коленного

сустава равнялся 70° (рис 3В). Сроки сращения перелома наружного мыщелка составили 82 дня. Рентгенологически подтверждена консолидация перелома (рис 5 Г). Через один год после снятия аппарата амплитуда движений в коленном суставе составили 95° (рис 5 Д, Е). Осмотрена через 2 года. Жалоб нет. Объем движений в коленном суставе составил 157° . Средний балл — 95.

Выводы

1. Чрескостный остеосинтез внутрисуставных переломов коленного сустава аппаратом внешней фиксации с устройством динамической компрессии является малотравматичным и функциональным.
2. Эффективность компрессионного остеосинтеза определяется направлением прикладываемого давления на костный отломок (оно должно быть перпендикулярно линии излома) и величиной силы компрессии, (при бикондилярных переломах мыщелка большеберцовой кости — $271,4 \times 2 \pm 12,4$ Н, при переломах мыщелков бедренной кости — $321,6 \pm 7,3$ Н).
2. Динамический компрессионный остеосинтез по предлагаемой методике позволяет у 95,1% больных получить положительные анатомические и функциональные результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахтямов И.Ф., Кривошапка Г.М., Кривошапка С.В. Отдалённые результаты реабилитации больных после оперативного лечения внутрисуставных переломов области коленного сустава. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2002. № 2. С. 42–46.
2. Багиров А.Б. Лечение больных с внутрисуставными переломами длинных трубчатых костей нижних конечностей, профилактика деформирующего артроза. Автореферат дисс. доктора мед. наук. 1993. 28 с.
3. Волокитина Е.А., Гилев М.В., Антониади Ю.В., Гвоздев В.Д. Оперативное лечение внутрисуставных переломов мыщелков бедренной кости в условиях городского травматологического центра. Второй Всероссийский конгресс по травматологии с международным участием. Медицинская помощь при травмах: новое в организации и технологиях. Сборник трудов. Санкт-Петербург. 2017. С. 49–50.
4. Каллаев Н.О. Компрессионный остеосинтез около- и внутрисуставных переломов. «Ульяновский дом печати». 1999. 184с.
5. Кутепов С.М., Гилев М.В., Волокитина Е.А., Антониади Ю.В., Зверев Ф.Н., Гвоздев В.Д. Оперативное лечение бикондилярных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. Второй Всероссийский конгресс по травматологии с международным участием. Медицинская помощь при травмах: новое в организации и технологиях. Сборник трудов. Санкт-Петербург. 2017. С. 4
6. Паньков И.О. Особенности лечения полифрагментарных переломов мыщелков большеберцовой кости. Сборник тезисов IX съезда травматологов-ортопедов. Саратов. 2010. С. 225.
7. Путятин С.М., Шестаков Д.Ю., Голубев В.Г., Королёв А.В. Лечение переломов плато большеберцовой кости методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2004. № 4. С. 17–23.
8. Соколов В. А., Бялик Е.И., Такиев А., Бояршинова О.И. Оперативное лечение переломов дистального отдела бедра у пострадавших с сочетанной и множественной травмой. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2004. № 1. С. 20–21.
9. Ederhard H.J., Schier H., Dittel K.K. F new dynamic angel- adapted device — an innovative method for stabilizing proximal fractures of the femur. Congress of the European federation of national association of orthopaedics and traumatology. Barselona. April. 24–27. 1997. P. 210.

© Каллаев Нажмудин Омаркадиевич (nazgmudin_K@mail.ru), Атаев Алевдин Рашитханович (drataev57@mail.ru),

Мирзоев Назим Эминович, Ганиев Магомедраф Хадиевич,

Магарамов Абдул Магарамович (abdulla-magaramov@yandex.ru), Огурлиев Алим Пахрудинович,

Османов Расим Тельманович (rustelm66@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЯ РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ У ЖЕНЩИН

MODERN ASPECTS OF DIAGNOSING REPRODUCTIVE DYSFUNCTION IN WOMEN

T. Kamaeva

Summary. Relevance. The decline in the reproductive function of women over 50 years, as well as statistical data, demonstrate the need to study and improve the diagnosis of disorders of the reproductive function of women.

Introduction. It is important to assess the impact of various factors on a person's reproductive ability; at the moment, this is one of the topical issues of modern medicine. This article is devoted to the consideration of the causes that affect reproductive dysfunction in women, as this is an important modern aspect of diagnosis.

Goal. Consider modern aspects of diagnosing disorders of the reproductive function of women in order to offer recommendations for its improvement.

Materials and methods. To achieve the goal of the study, such methods as content analysis, comparative analysis, hypothetical-deductive method, formalization, systematization were used. The materials used were articles published in international bibliographic and abstract databases (Scopus, PubMed), official statistics used in the diagnostic and treatment protocols.

Results. It was found that the cause of reproductive dysfunction may be outside the reproductive system, this must be taken into account as an important aspect of diagnosis. 5 groups of causes of reproductive dysfunction in women were formulated: Failure of the regulation of the reproductive system by the endocrine system, causes of a psychogenic nature, gynecological diseases, causes of the immune system, idiopathic causes. 4 components of complex diagnostics have been proposed.

Conclusions. The introduction of the developed approach of modern diagnostics will improve the efficiency and effectiveness of therapy, reduce the number of cases with idiopathic causes.

Keywords: reproductive dysfunction, reproductive dysfunction, hormones, gynecological diseases, diagnostics.

Камаева Татьяна Александровна

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»; ГБУЗ РХ «Республиканский клинический перинатальный центр», г. Абакан
tatyankamaev@yandex.ru*

Аннотация. Актуальность. Сокращение показателей репродуктивной функции женщин в течение 50 лет, а также статистические данные демонстрируют необходимость изучения и совершенствования диагностики нарушений репродуктивной функции женщин.

Введение. Важно оценивать воздействие различных факторов на репродуктивную способность человека, на данный момент это является одним из актуальных вопросов современной медицины. Данная статья посвящена рассмотрению причин, которые влияют на нарушения репродуктивной функции у женщин, так как это является важным современным аспектом диагностики.

Цель. Рассмотреть современные аспекты диагностики нарушений репродуктивной функции женщин, чтобы предложить рекомендации для ее совершенствования.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели исследования использовались такие методы как контент-анализ, сравнительный анализ, гипотетико-дедуктивный метод, формализация, систематизация. В качестве материалов использовались статьи, опубликованные в международных библиографических и реферативных базах данных (Scopus, PubMed), официальные статистические данные, использующиеся протокола диагностики и лечения.

Результаты. Было выявлено, что причина нарушений репродуктивной функции может быть вне половой системы, это необходимо учитывать, как важный аспект диагностики. Были сформулированы 5 групп причин репродуктивной дисфункции у женщин: Сбой регуляции деятельности половой системы со стороны эндокринной системы, причины психогенной природы, гинекологические заболевания, причины со стороны иммунной системы, идиопатические причины. Были предложены 4 компонента комплексной диагностики.

Выводы. Внедрение разработанного подхода современной диагностики позволит повысить эффективность и результативность терапии, сократить количество случаев с идиопатическими причинами.

Ключевые слова: нарушение репродуктивной функции, репродуктивная дисфункция, гормоны, гинекологические заболевания, диагностика.

Установить глобальные мировые тенденции в репродуктивном здоровье крайне трудно, однако имеющиеся многочисленные исследования показывают, что за последние 50 лет снизились показатели репродуктивной функции женщин. Частично это снижение связано с культурными изменениями (примерами является более позднее деторождение, распространение противозачаточных средств), но нельзя недооценивать воздействие окружающей среды, экологии [1, 2, 3]. Крайне важно оценивать воздействие различных факторов на репродуктивную способность человека, на данный момент это является одним из актуальных вопросов современной медицины. Это обуславливает актуальность рассмотрения современных аспектов диагностики нарушений репродуктивной функции женщин с последующим совершенствованием и устранением имеющихся слабых мест, недостатков.

Актуальность также обусловлена статистическими данными, которые демонстрируют рост проблем с зачатием. По оценкам академического медицинского центра Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе UCLA Health, у 15% пар возникают проблемы с зачатием по состоянию на 2021 г. Согласно оценкам исследователей, во всем мире в 2020 г. 48,5 миллионов пар страдают от бесплодия. А данные опроса Управление по охране здоровья женщин США в 2019 г. продемонстрировали, что около 9% мужчин и 10% женщин в возрасте от 15 до 44 лет имеют проблемы с репродуктивной функцией в Соединенных Штатах.

Нарушения репродуктивной функции у женщин или репродуктивная дисфункция представляет собой комплекс заболеваний, которые поражают органы репродуктивной системы их механизмы их деятельности [4]. Причина нарушений репродуктивной функции может быть вне половой системы, это необходимо учитывать, как важный аспект диагностики.

Согласно современной классификации нарушения репродуктивной функции у женщин делятся на 2 типа:

1. Первичные. Это врожденные нарушения строения и деятельности, функционирования репродуктивного аппарата, а также заболевания, передающиеся генетически.
2. Вторичные. Это приобретенные нарушения, которые обусловлены заболеваниями различных органов и систем [5].

Таким образом, рассматривая эффективность и результативность диагностики нарушений репродуктивной функции у женщин, необходимо учитывать причины данного состояния. Проведенный систематический литературный обзор позволил сформулировать 5 групп причин репродуктивной дисфункции у женщин.

1. Сбой регуляции деятельности половой системы со стороны эндокринной системы

Сюда относятся нарушения в работе гипоталамо-гипофизарной системы, в синтезе яичниками эстрогенов и прогестерона, в синтезе щитовидной железой трийодтиронина (Т3) и тетраiodтиронина (Т4), а также нейроэндокринные синдромы (посткастрационный, климактерический, предменструальный) [6]. Согласно имеющимся результатам выполненных научных исследований, эндокринные заболевания являются причиной нарушений репродуктивной функции у женщин в 30–35% случаев [7].

В данной категории особого внимания заслуживает синдром поликистозных яичников. Синдром поликистозных яичников (СПКЯ) — распространенное заболевание эндокринной системы, которое сегодня в научных источниках все чаще связывают с ожирением у женщин детородного возраста. СПКЯ сопровождается эндокринными и метаболическими нарушениями, такими как гиперандрогенемия и гиперинсулинемия. Нарушение репродуктивной функции при СПКЯ в основном характеризуется морфологическими и функциональными изменениями яичников. Аутофагия участвует в поддержании физиологической функции яичников человека, а также в процессе лютеиновой дегенерации и влияет на выживаемость клеток гранулезы [8]. Поэтому в контексте темы данной статьи необходимо отметить необходимость исключения аутофагии при диагностике нарушений репродуктивной системы у женщин.

СПКЯ обуславливает не только нарушения репродуктивной функции, но также может привести к долгосрочным множественным заболеваниям, включая ожирение, сахарный диабет, резистентность к инсулину, сердечно-сосудистые заболевания, бесплодие, цереброваскулярные заболевания, рак яичников и эндометрия. СПКЯ на фоне совокупности проявлений, связанных с менструальной дисфункцией и избыточным андрогеном, значительно влияет на качество жизни.

СПКЯ признан многофакторным расстройством и системным синдромом у членов семьи первой степени родства; поэтому этиология синдрома СПКЯ до конца не интерпретирована. Расстройство СПКЯ охватывает многочисленные сопутствующие состояния здоровья и влияет на различные метаболические процессы. Из-за многогранной патофизиологии, включающей несколько путей и белков, отдельные генетические диагностические тесты не могут помочь в прямом определении. Это один из факторов, который демонстрирует необходимость комплексной диагностики нарушений репродуктивной функции у женщин [9].

2. Причины психогенной природы

Кора головного мозга у женщин является высшим уровнем регуляции репродуктивной функции. По этой причине психогенные факторы могут привести к сокращению шансов естественного зачатия или полной репродуктивной дисфункции до нормализации психического состояния женщины. К причинам психогенной природы относится стресс, пережитые сильные негативные эмоции, тревожность, бессонница.

Подтверждением высокого влияния психогенных причин на регуляцию репродуктивной функции является псевдоциез. Псевдоциез — это появление клинических или субклинических признаков и симптомов, связанных с беременностью, хотя женщина физически не вынашивает ребенка. Ошибочный вывод о беременности обусловлен такими признаками и симптомами, как болезненность молочных желез с выделениями, утренняя тошнота, задержка менструального цикла и субъективное ощущение шевелящегося плода [10].

На причины психогенной природы приходится 5% всех случаев репродуктивной дисфункции [11]. Терапия в данном случае заключается в нормализации синтеза половых гормонов посредством приема эндогенных опиоидов и серотонина.

3. Гинекологические заболевания

Это самая большая группа причин нарушений репродуктивной функции у женщин, на которую приходится от 38% до 53% случаев. В данную категорию входят гинекологические заболевания воспалительной природы, эндометриоз и новообразования органов половой системы [12]. Наибольший вред для репродуктивной функции представляют следующие инфекции, передающиеся преимущественно половым путем: микоплазмоз, гонорея, уреаплазмоз, хламидиоз, трихомониаз. Имеющиеся результаты исследований говорят о том, что перенесенные перечисленные половые инфекции ведут к повышению рисков бесплодия, невынашивания беременности и внематочной беременности.

4. Причины со стороны иммунной системы

В разрезе причин со стороны иммунной системы рассматривается иммунологическое бесплодие. Это наличие у одного или обоих партнеров антиспермальной иммунной реакции, способной влиять на показатели фертильности. Примерно у 8–10% пар иммунологический феномен приходится на мужскую сторону, что приводит к «мужскому иммунологическому бес-

плодию», в остальных случаях он наблюдается у женщин. Среди всех нарушений репродуктивной функции у женщин на иммунологическое бесплодие приходится 2% случаев, которые обусловлены наличием антиспермальных антител в средах половой системы и/или сыворотке крови.

5. Причины идиопатического происхождения

Под идиопатическим заболеванием на сегодняшний день понимают это любое заболевание с неизвестной причиной или механизмом очевидного спонтанного происхождения. В рассматриваемом контексте это отсутствие у женщины изменений в репродуктивной сфере, при этом беременность не наступает. На причины идиопатического происхождения приходится от 10% до 20% случаев, что демонстрирует несовершенство современной диагностики нарушений репродуктивной функции женщин.

На сегодняшний день диагностика нарушений репродуктивной функции женщин заключается в определении уровней следующих гормонов: фолликулостимулирующий (ФСГ), тестостерон, тестостерон свободный, лютеинизирующий (ЛГ), эстрадиол, пролактин, прогестерон, макропролактин, дегидроэпиандростерон-сульфат (DHEA-s) и глобулина, связывающего половые гормоны.

Однако проведенное исследование продемонстрировало необходимость комплексного подхода к диагностике нарушений репродуктивной функции женщин, который выходил бы за пределы эндокринной системы и включал в себя диагностику наличия причин психогенного, гинекологического и иммунологического характера.

На основании вышесказанного современная диагностика нарушений репродуктивной функции женщин должна включать в себя:

1. Диагностику эндокринной системы, определение уровня ФСГ, ЛГ, DHEA-s, тестостерона, тестостерона свободного, эстрадиола, пролактина, прогестерона, макропролактина и глобулина, а также эстрогенов и прогестерона, трийодтиронина (Т3) и тетраiodтиронина (Т4). Помимо этого, необходимо проверить наличие нейроэндокринных синдромов и синдрома поликистозных яичников.
2. Диагностику психогенных нарушений.
3. Диагностику гинекологический заболеваний, в особенности таких половых инфекций как микоплазмоз, гонорея, уреаплазмоз, хламидиоз, трихомониаз.

4. Диагностику наличия антиспермальных антител в средах половой системы и/или сыворотке крови, обуславливающих иммунологическое бесплодие.

Внедрение предложенного подхода к диагностике нарушений репродуктивной функции женщин позволит сократить количество случаев с идиопатическими причинами, что повысит эффективность и результативность терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bauer J, Isojärvi JI, Herzog AG, Reuber M, Polson D, Taubøll E, Genton P, van der Ven H, Roesing B, Luef GJ, Galimberti CA, van Parys J, Flügel D, Bergmann A, Elger CE. Reproductive dysfunction in women with epilepsy: recommendations for evaluation and management. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2002 Aug;73(2):121–125.
2. Herzog AG, Seibel MM, Schomer DL, et al. Reproductive endocrine disorders in women with partial seizures of temporal lobe origin. *Arch Neurol*1986;43:341–346.
3. Isojärvi JI, Laatikainen TJ, Knip M, et al. Polycystic ovaries and hyperandrogenism in women taking valproate for epilepsy. *N Engl J Med*1993;329:1383–1388.
4. Isojärvi JI, Laatikainen TJ, Knip M, et al. Obesity and endocrine disorders in women taking valproate for epilepsy. *Ann Neurol*1996;39:579–584.
5. Пасечко Н.В., Гнат С.В. Нарушение репродуктивной функции женщины на фоне дисфункции щитовидной железы (обзор проблемы) // МЭЖ. 2014. № 4 (60). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/narushenie-reproduktivnoy-funktsii-zhenschiny-na-fone-disfunktsii-schitovidnoy-zhelezy-obzor-problemy> (дата обращения: 16.02.2022).
6. Татарчук Т.Ф., Давыдова Ю.В., Косянчук Н.Ю. Тиреоидный гомеостаз и репродуктивное здоровье женщины // Новости медицины и фармации.— 2007.— № 13.— С. 14–15.
7. Isojärvi JI, Taubøll E, Pakarinen AJ, et al. Altered ovarian function and cardiovascular risk factors in valproate treated women. *Am J Med*2011;111:290–296.
8. Tao T, Xu H. Autophagy and Obesity-Related Reproductive Dysfunction. *Adv Exp Med Biol*. 2020;1207:463–466.
9. Rani S, Chandna P. Multiomics Analysis-Based Biomarkers in Diagnosis of Polycystic Ovary Syndrome. *Reprod Sci*. 2022 Jan 27. doi: 10.1007/s43032–022–00863–9.
10. Azizi M, Elyasi F. Biopsychosocial view to pseudocyesis: A narrative review. *Int J Reprod Biomed*. 2017 Sep;15(9):535–542.
11. Herzog AG. Disorders of reproduction and fertility. In: Engel J, Pedley TA, eds. *Epilepsy: a comprehensive textbook*. Philadelphia: Lippincott–Raven, 1997:2013–26.
12. Кондратьева Т.А., Артымук Н.В. Современные подходы к диагностике и лечению бесплодия // Ми Д. 2009. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-diagnostike-i-lecheniyu-besplodiya> (дата обращения: 16.02.2022).

© Камаева Татьяна Александровна (tatyankamaev@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ТАКТИКА ПРИ ВИРСУНГОЛИТИАЗЕ И ВНУТРИПАРЕНХИМАТОЗНЫХ И СЕГМЕНТАРНЫХ СТРИКТУРАХ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО ПРОТОКА

THERAPEUTIC AND DIAGNOSTIC TACTICS FOR VIRSUNGOLITHIASIS AND INTRAPARENCHYMATOUS AND SEGMENTAL STRICTURES OF THE PANCREATIC DUCT

R. Majidov
R. Kurbanismailova
I. Mirzoev
A. Abdullaeva
M. Merdanova

Summary. The paper shows that the most difficult in terms of treatment is the morphological type of CP, when there is virsungolithiasis and intraparenchymal strictures of the pancreatic ducts.

The effectiveness of modern research methods in the diagnosis of virsungolithiasis and intraparenchymal pancreatic ducts was evaluated. It has been shown that surgical interventions for virsungolithiasis intraparenchymal strictures of the pancreatic duct can improve the quality of life of patients, on average, by 183–225 points.

Modern methods of radiation diagnosis of CP in recent years have been actively discussed in the literature. They allow for topical diagnosis of intraparenchymal strictures and virsungolithiasis and help improve the quality of life of patients.

Keywords: chronic pancreatitis, virsungolithiasis, pancreatic duct strictures, diagnosis, clinic, surgical treatment, complications, quality of patients' life.

Междидов Расул Тенчаевич

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Махачкала
jnus@mail.ru*

Курбанисмаилова Рахимат Рамазановна

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Махачкала
rahimat1281@mail.ru*

Мирзоев Имам Абулфетович

*Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Махачкала
d_manafova@mail.ru*

Абдуллаева Асли Зульпукаровна

*К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Махачкала*

Мерданова Миясат Мурадовна

*Соискатель, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Махачкала*

Аннотация. В работе показано, что наиболее сложным в плане лечения является морфологический тип ХП, когда имеет место вирсунголитиаз и внутрипартенхиматозные стриктуры панкреатических протоков.

Проведена оценка эффективности современных методов исследования в диагностике вирсунголитиаза и интрапартенхиматозных панкреатических протоков. Показано, что оперативные вмешательства при вирсунголитиазе внутрипартенхиматозных стриктурах панкреатического протока позволяет повысить качество ещё жизни пациентов, в среднем, на 183–225 баллов.

Современные методы лучевой диагностики ХП в последние годы активно обсуждаются в литературе. Они позволяют провести топическую диагностику интрапартенхиматозных стриктур и вирсунголитиаза и помогают повысить качество жизни пациентов.

Ключевые слова: хронический панкреатит, вирсунголитиаз, стриктуры панкреатического протока, диагностика, клиника, оперативное лечение, осложнения, качество жизни пациентов.

Введение

В последние годы отмечен значительный рост пациентов с хроническим панкреатитом (ХП). Хронизация воспалительного процесса в поджелудочной железе (ПЖ), в большинстве случаев, является исходом острого панкреатита различной этиологии и может реализоваться в различные морфологические типы [1,5,9,14]. Наиболее сложным в плане лечения является морфологический тип ХП, когда имеет место вируснолитиаз и внутривисцеральные стриктуры панкреатических протоков [4,7,9,10,13,15]. Данные типы ХП отличаются упорным, рецидивирующим клиническим течением, конечным итогом которого может явиться полное угнетение экзокринной и эндокринной функции железы, вследствие постепенного замещения паренхимы железы рубцовой тканью либо рецидива панкреонекроза [8,10,12].

Возможности консервативной терапии при обострении ХП, обусловленной этой патологией, весьма ограничены или ее эффект носит краткосрочный характер, обрекая пациентов на неограниченное число госпитализаций. Только патогенетически обусловленное оперативное вмешательство способно прервать череду обострений и улучшить качество жизни пациентов [2,3,6,11,16,17].

Цель исследования. Определить эффективность современных методов исследования в диагностике вируснолитиаза и интрависцеральных стриктур панкреатических протоков, а также возможности миниинвазивных и традиционных хирургических вмешательств в лечении данных осложнений ХП.

Материал и методы исследования

Нами анализированы результаты обследования и лечения 434 пациентов с ХП. При этом расширение Вирсунгова протока (ВП), обусловленное вируснолитиазом и/или стриктурой ее различных отделов, было выявлено у 51 (27,4%) и 27 (14,5%) пациентов соответственно. Все пациенты ранее перенесли острый деструктивный панкреатит в сроки от 3 до 8 лет назад. В 69 (88,4%) наблюдениях панкреатит был алиментарного характера, у 7 (8,9%) билиарного генеза и у 2 (2,7%) — развитие панкреатита было связано с наличием парафатерального дивертикула двенадцатиперстной кишки (ДПК). Холецистэктомия в анамнезе была у 4 (5,4%) пациентов. По поводу осложнений острого деструктивного панкреатита был ранее оперирован 31 (39,0%) пациент, в том числе 7 пациентов два и более раз.

В 57 (73,0%) наблюдениях выполнена операция Пьюстоу в модификации Избицки (рис. 1), операция Дюва-

ля — 3 (3,9%). Операция Фрея — 14 (18,1%), операция Бегера в бернском варианте — 2 (2,5%), панкреатодуоденальная резекция — в 2 (2,5%) случаях.

Всем пациентам проведены клинические и биохимические анализы крови и мочи (100%), рентгенография легких (100%), ЭКГ (100%), УЗИ (100%), ФЭГДС (100%), лапароскопия (13,4%), РХПГ (50,2%), рентгеноскопия верхних отделов желудочно-кишечного тракта (23,5%), исследования функций внешнего дыхания (35,3%), компьютерная томография (21,4%), спиральная компьютерная томография (37,3%), магниторезонансная томография (МРТ) в (100%), МР-холангиопанкреатография (МРХПГ) в (100%).

Статистический анализ полученных данных осуществляли с помощью компьютерной программы «Statistica» 5.5. Для создания матрицы данных использовали программу Excel 7.0. При сравнении выборок небольшого объема ($n < 35$) использовались непараметрические аналоги t -теста: U -тест Манна-Уитни, двухфакторный тест Колмогорова-Смирнова и Уолда-Волфовица.

Результаты и их обсуждение

Клинические проявления при вируснолитиазе и внутривисцеральных сегментарных стриктурах, практически всегда обусловлены панкреатической внутривисцеральной гипертензией, выпадением экзокринной и эндокринной функции железы и поэтому весьма схожи. Они представлены в таблице 1.

Ведущим признаком вируснолитиаза и внутривисцеральных стриктур ВП при ХП явилась боль. Постоянные ноющие боли в области эпигастрия имелись у всех пациентов. Кроме того, при любом нарушении диеты, у 74 (94,9%) пациентов отмечалось резкое усиление болей, вынуждающее к очередной госпитализации.

У 32 (41%) рецидивы болевого синдрома были связаны с нарушением прописанной диеты. В среднем пациенты госпитализировались 4,7 раза в год по поводу обострения ХП и усиления болевого синдрома. Обычные спазмолитики и анальгетики мало помогали в плане уменьшения интенсивности болевого синдрома.

Периодическая рвота съеденной накануне пищей и чувство тяжести в эпигастрии после еды отмечается 93,6% и 85,9% соответственно и не всегда боли связаны с нарушением диеты. Как правило, рвота приносила пациентам некоторое облегчение и поэтому иногда пациенты сами вызывали рвоту. Неустойчивый стул имеется почти у всех пациентов. В большинстве случаев отмеча-

Таблица 1. Клинические проявления при вируснохолангите и внутрипеченочных сегментарных стриктурах Вирсунгова протока (n=78)

Клинические проявления	Кол- пациентов
Боль	78 (100%)
Периодическая рвота	73 (93,6%)
Чувство тяжести в животе после еды	67 (85,9%)
Отрыжка «тухлым»	46 (59%)
Неустойчивый стул	78 (100%)
Периодическое обесцвечивание стула	6 (7,7%)
Похудание	78 (100%)
Периодическая слабость	76 (97,4%)
Нарушение углеводного обмена	23 (29,5%)
Депрессивные состояния	34 (43,6%)

ли немотивированный обильный стул, запоры наблюдались только у 10% пациентов.

Снижение массы тела отмечено во всех случаях. Похудание на 10–15 кг выявлено у 17 пациентов, на 16–20 кг у 29 и более 21 кг в 32 наблюдениях.

Потеря массы тела при данных осложнениях ХП была связана с нарушением эндокринной и экзокринной функции поджелудочной железы так и с боязнью приёма пищи из-за развивающегося болевого синдрома. При этом даже строгая диета не исключала развитие болевого приступа. Такое упорное течение заболевания нередко способствовало развитию депрессивных состояний, в том числе отказу от приёма пищи, которое наблюдалось у 43,6% пациентов. Нарушение углеводного обмена было выявлено у 29,5% пациентов, причём у 5 пациентов отмечались гипогликемические состояния, обусловленные экзокринной недостаточностью и, как следствие нарушения нутритивного статуса.

Повышение содержания уровня лейкоцитов в клиническом анализе крови более $8 \times 10^9/\text{л}$ отмечено у 15 (19,2%) пациентов, снижение уровня эритроцитов менее $3 \times 10^{12}/\text{л}$ в 26 (33,3%) наблюдениях. Анемия со снижением гемоглобина ниже 110 г/л выявлено у 26 (33,3%) пациентов. СОЭ повышенный более 20 мм/ч оказался у всех пациентов. Повышение уровня амилазы сыворотки крови на фоне обострения хронического панкреатита выявлено у 39%, липазы — у 19% пациентов. Функции печени страдали меньше, чем при ХП с жёлчной гипертензией, однако определенные негативные последствия, в виде отклонения уровня различных параметров от нормы, выявлены у 59% пациентов. Наиболее часто наблюдалось снижение уровня общего белка (менее 50 г/л в 47% случаях); низкий уровень альбумина (менее 20 г/л) отмечен у 62% пациентов. Повышение уровня ферментов было незначительным и носило транзиторный характер. Высокий уровень

билирубина (более 30 мкмоль/л) наблюдали только у 5 (6,4%) пациентов, хотя приступы транзиторной желтухи в анамнезе имели место у 42% пациентов. Более существенные сдвиги, требующие коррекции, отмечались в параметрах свёртывающей системы, особенно у пациентов продолжающих злоупотреблять алкоголем. В целом склонность к гипокоагуляции (МНО-более 1,6; АЧТВ-более 38; протромбиновый индекс -менее 70%) наблюдали у 52% пациентов. У остальных пациентов данные параметры находились в пределах нормы.

Важным признаком ХП является расширение ВП более 3 мм, его фрагментация и деформация, а также наличие в нем конкрементов. Уплотнение паренхимы ПЖ имело место в 9% наблюдениях. Конкременты в протоках ПЖ выявлены у 23,3% пациентов. Увеличение размеров ПЖ отмечено в 10,8% наблюдениях, а уменьшение - в 49,5% случаях.

При фиброэзофагогастродуоденоскопии грубая деформация луковицы ДПК или пилорoduodenального перехода выявлено в 5,3% наблюдениях, эрозии или язвы слизистой желудка или ДПК в 9,9%, сдавление постбульбарного отдела ДПК - 3,2% случаях.

Выполнить вируснографию удался у 46,9% пациентов. При этом расширение ВП более 4 мм констатировано у 95,7% пациентов, у которых удалось выполнить вируснограмму, его деформация в виде участков расширения, сужения или обрыва на различном протяжении обнаружено у 93,5% пациентов (рис. 1).

Сообщение просвета протока с кистой ПЖ обнаружено у 17,4% пациентов. Конкременты в ВП обнаружены у 45,7% пациентов.

Эндоскопическая ультрасонография была проведена 9,7% случаях. При этом диаметр ВП 4–6 мм отмечен в 26,24% наблюдениях, 7–10 мм — в 54,8%, более



Рис. 1. РХПГ.Стриктура проксимального отдела ВП. 1. Видна киста, сообщающаяся с протоками. 2. В устье протока введён папиллотом. 3. Стрелками показаны проток и киста

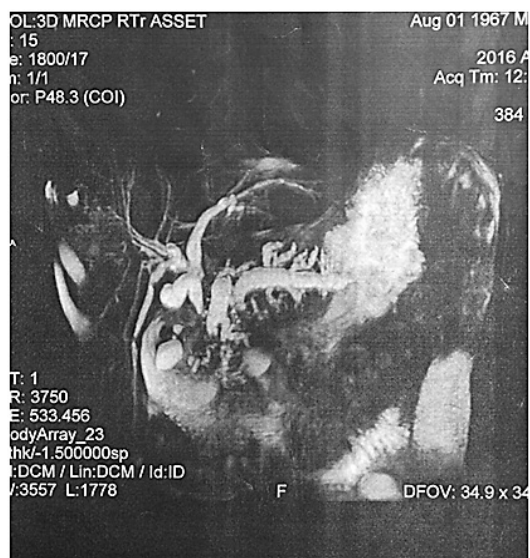


Рис. 2. Магнитно-резонансная холангиопанкреатограмма. Стриктура терминального отдела ВП. Расширение протоков ПЖ. Киста хвоста ПЖ



Рис. 3. Компьютерное трёхмерное моделирование желчных и панкреатического протоков

11мм — в 19,1%. Конкременты в протоках ПЖ выявлены в 33,3% наблюдениях, увеличение головки ПЖ — в 88,1%, неоднородные стриктуры паренхимы железы в 100% случаях. Чувствительность и общая точность метода составили 97,9% и 96,5% соответственно.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) позволила выявить расширение ВП в 56,2% наблюдениях, обрыв ВП на протяжении в 7,4%, калькулёз ВП в 29%, фрагментация ПЖ — в 6,8%случаях. (рис. 2). Чувствительность и специфичность метода составили 98,3% и 96,7% соответственно.

МРТ гепатопанкреатодуоденальной зоны при данных морфологических типах ХП способствовало в 95%

наблюдениях выявить причины повышения давления в панкреатических протоках. Изменение контуров железы, в виде увеличения или уменьшения размеров, отмечено у 43,1% пациентов, расширения ВП более 4 мм — у 58,5%, обрыв ВП на протяжении — у 13,9%, калькулёз ВП — в 40% случаях. (рис. 2,3).

Чувствительность и специфичность метода составили 99,3% и 98,4% соответственно. Выбор метода хирургического вмешательства обосновывалось выявленной патологией. В 39 наблюдениях при равномерном расширении ВП, вирсунголитиазе, протяжённой (более 10мм) стриктуре устья ВП выполнены операции Пьюстоу в модификации Избицки. Причиной смерти явился развившийся в послеоперационном периоде

Таблица 2. Качество жизни пациентов при вируснолитиазе и дилатации протока (n=50)

Параметры	При госпитализации	Через 6 месяцев
Физическая работоспособность	38,2±3,1	71,2±3,7
Психическое состояние	36,4±3,2	78,5±3,8
Социальная адаптация	41,1±2,2	65,2±3,2
Болевой синдром	11,0±4,5	75,2±3,2
Уровень диспепсии	43,3±2,6	73,3±2,3

Примечание* – 1 пациент после операции умер.

панкреонекроз. У трех пациентов имело место мешотчатое расширение ВП в области хвоста ПЖ, переходящее в стриктуру протяженностью около 1–2 см. Проксимальнее этого участка проток у всех пациентов был расширен (более 6мм). Им выполнена операция Дюваля. Послеоперационное течение у всех пациентов было гладким. Эти операции показаны только при поражении дистальных отделов железы. В 7 наблюдениях со стриктурой устья ВП, вируснолитиазом и мешотчатым расширением протока в области головки и перешейки железы проведена операция Фрея.

В 2 случаях, наряду с вышеописанными изменениями со стороны ПЖ, обнаружена стриктуры холедоха в области головки ПЖ. Протяженность стриктуры составила около 3см. Им выполнены операция Бегера в бернском варианте. Все пациенты поправились. При стриктуре в устье протока 9 пациентам проведена операция Фрея. В послеоперационном периоде умер 1 пациент вследствие развития панкреонекроза. В 18 наблюдениях выполнена операция Пьюстоу в модификации Избицки. Все пациенты поправились.

Параметры качества жизни пациентов с вируснолитиазом и дилатации протоков приведены в таблице 2.

Через 6 месяцев после операции повторно госпитализированы 48 пациентов. Из обследованных 8 пациентов продолжали регулярно употреблять алкоголь, не принимали предписанное лечение. По сравнению с исходным, отмечено повышение физической активности в среднем на 34 балла, психического состояния на 42 балла, социальной адаптации на 24 балла, снижением уровня болевого синдрома на 64 балла и уровня диспепсии на 30 баллов.

Причиной неудовлетворительного результата явился сохранявшийся болевой синдром, при отсутствии внутрипротоковой гипертензии. Обоим пациентам была ранее выполнена операция Пьюстоу. Эти пациенты продолжали нарушать прописанную диету. Дефицит массы тела менее 10% отмечен у 11 пациентов. При оценке результатов хорошими они были признаны

у 41 (85,4%) пациента, удовлетворительными у 5 (10,4%) и неудовлетворительными у 2 (4,2%).

Лечение ХП в последние годы активно обсуждается в литературе. Накоплен значительный опыт как консервативного, так и хирургического лечения этой патологии. Если в плане прогнозирования утраченных функций ПЖ (экзокринный и эндокринный) удалось добиться определённых успехов, то возможности терапии болевого синдрома либо темпа замедления процессов прогрессирующего фиброза или кальцификации паренхимы железы более чем скромные.

Мы, так же, как и большинство авторов видим, что основной мотивацией к повторной госпитализации пациентов ХП является упорный болевой синдром, плохо поддающийся терапии.

Результаты воздействия методами хирургического вмешательства на интенсивность болевого синдрома, при условии отсутствия внутрипротоковой гипертензии, оказались малоутешительными. По данным различных авторов эффективность оперативных вмешательств в плане снижения интенсивности болевого синдрома, не превышает 10–23%.

Более того, по мере удлинения сроков после операции интенсивность болевого синдрома возрастает, у некоторых пациентов приближаясь к исходному.

Отличительной особенностью камней протоков ПЖ является их коралловидная форма, вследствие продолженного роста конкрементов в боковые протоки. По данным литературы свободно расположенные в протоках камни наблюдаются не более чем у 3–5% пациентов. По нашим данным они наблюдаются ещё реже.

Лечение вируснолитиаза и внутрипаренхиматозных стриктур Вирусного протока остаётся нерешённой до сих пор задачей. Это обусловлено несколькими причинами. Мы полагаем, что основными из них являются трудности инструментальной верификации клинико-морфологического типа ХП, информированности хирургов о способах оперативного вмешательства при

разных типах ХП, техническая сложность выполнения и дороговизна этих вмешательств. Кроме того, значительная часть пациентов ХП постоянно нарушают диету и рекомендованное лечение, и довольно часто выпадает из поля зрения поликлинической сети.

Между тем, оперативные вмешательства при данном морфологическом типе ХП, как считает большинство исследователей, позволяет получить наиболее благоприятные результаты, особенно при болевых формах. Как совершенно справедливо полагает М.В. Данилов и соавт. (2003), если при упорном болевом синдроме без внутривенной гипертензии, эффективность оперативного вмешательства плохо прогнозируема, то в данной группе пациентов практически всегда удаётся устранить болевой синдром или значительно снизить его интенсивность.

Поскольку предложено большое количество оперативных вмешательств, залогом успеха является патогенетически обоснованный выбор способа операции. Мы согласны с мнением D. Yadavetal (2003), что определяющим условием при выборе оперативного вмешательства является верификация причин боли. Если при вируснолитиазе, стриктурах главного панкреатического протока ПЖ боли, как правило, носят приступообразный характер и между приступами они могут отсутствовать, то постоянный интенсивный болевой синдром, не связанный с нарушениями диеты, свидетельствует о хроническом фиброзном или кальцифицирующем панкреатите. Естественно, что дренирующие операции у этих пациентов не способствуют облегчению состояния и улучшению качества жизни. Хотя, справедливости ради следует сказать, что у некоторой части пациентов наблюдается сочетание тех и других факторов, которые могут явиться причиной болевого синдрома. Именно эта группа пациентов нуждается в индивидуальном выборе способа хирургического вмешательства.

Дренирующие вмешательства типа операции Пьюстоу показаны при протоковой гипертензии, когда ее причиной могут быть как конкременты, так и стриктуры проксимальных отделов Вирсунгового протока. Нами это вмешательство выполнено 39 пациентам с вполне благоприятными непосредственными результатами. Мы полагаем, что предложение Избицки о необходимости V-образного иссечения передней стенки железы над протоком, облегчает условия выполнения оперативного вмешательства и способствует улучшению непосредственных результатов. После этого формируется продольный панкреатоеюноанастомоз однорядным швом с выключенной петлей по Ру. Касательно длины выключаемой петли в литературе нет единого мнения. Учитывая, что предотвращение рефлюкса кишечного содержимого происходит при длине кишечной петли не менее 50см, мы

придерживаемся этого ориентира. По нашему мнению, выключение более протяженных участков тощей кишки в условиях мальабсорбции и мальдигестии, довольно часто являющихся осложнением ХП, нецелесообразно.

При коротких стриктурах Вирсунгового протока в области перехода тела в хвост нами 3 пациентам выполнена операция Дюваля. Хотя в данной ситуации как альтернативу можно было бы рассматривать и операцию Пьюстоу-2, но наличие упорного болевого синдрома, кальцификация паренхимы в зоне стриктуры, что наблюдалось у всех трёх пациентов, склонило чашу весов в сторону резекционной методики. Надо полагать, что, в случае если удалось бы разработать методику верификации причины болевого синдрома у данной категории больных, можно было бы прибегнуть к менее травматичной операции Пьюстоу.

Абсолютно обоснованным представляется мнение В.И. Егорова и соавт. (2009), что чисто дренирующие операции, при сочетании упорного болевого синдрома с внутривенной гипертензией, фиброзом и кальцификацией паренхимы в области тела и головки железы малоэффективны. По мнению авторов, возврат болевого синдрома наблюдается в ближайшем послеоперационном периоде. Это обусловлено тем, что причина болевого синдрома, наряду с гипертензией является фиброз паренхимы и дегенерация интраорганных нервов. В этих случаях должны быть применены операции, сочетающие в себе признаки резекционных и дренирующих операций. В настоящее время наиболее широкое применение нашли операции Бегера, подразумевающую полную резекцию головки железы с сохранением ДПК и операцию Фрея, при которой выполняется частичная резекция головки железы во фронтальной плоскости. T. Strateetal. (2005) не исключают из арсенала вмешательств хирургического лечения ХП и панкреатодуоденальную резекцию. Однако мы, как и большинство авторов, считаем эту операцию при ХП следует выполнять при наличии трех весьма сложных осложнений таких, как: желчная гипертензия, панкреатическая гипертензия и дистрофия ДПК.

Что касается выбора между операциями Фрея или Бегера, то единого мнения в литературе нет. Ряд авторов считают, что эффективность операции Фрея не уступает результатам процедуры Бегера. Дополнительными аргументами в пользу операции Фрея является существенно меньшая травматичность, более низкая частота послеоперационных осложнений и летальность. В то же время, при протяженной стриктуре интрапанкреатической или ретродуоденальной части холедоха, поражении крючковидного отростка обойтись без операции Бегера нельзя. Кроме того, разработанный бернский вариант операции Бегера предполагает значительное

снижение травматичности операции, частоты осложнений, делая их сопоставимыми с результатами методики Фрея. Операция Фрея нами была выполнена пациентам со стриктурой устья Вирсунгового протока, вирсунголитиазом и мешотчатым расширением протока в области головки и перешейки железы и выраженным болевым синдромом. Ещё у 2 пациентов, наряду с вышеописанным состоянием протоковой системы имелась протяжённая стриктура общего желчного протока в области головки железы. Учитывая невозможность устранения стриктуры, им была выполнена операция Бегера в бернском варианте, при которой оставляется полоска ткани железы над воротной веной.

Выводы

- ◆ В структуре морфологических типов ХП, требующих хирургического лечения, удельный вес па-

циентов с вирсунголитиазом составляет 27,4%, а внутривисцеральными стриктурами-14,5%

- ◆ Современные методы лучевой диагностики позволяют провести топическую диагностику интрапанкреатических стриктур и вирсунголитиаза. При этом чувствительность и общая точность ЭУС, МСКТ, МРХПГ, РХПГ сопоставимы и составляют 96,7% и 98% соответственно.
- ◆ При стриктуре устья Вирсунгового протока, фиброзе и кальцификации головки ПЖ показаны операции Фрея или Бегера, а при вирсунголитиазе более показанным является операция типа Пьюстоу в модификации Избицки.
- ◆ Оперативные вмешательства при вирсунголитиазе и внутривисцеральных стриктурах панкреатического протока позволяют повысить качество жизни пациентов, в среднем, суммарно на 183–225 баллов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бархударов А.А. Результаты хирургического и эндоскопического лечения больных хроническим панкреатитом: дис. канд. мед. наук. 2010:101.
2. Воробей А.В., Шумейко А.И., Вижинис Е.И., Орловский Ю.Н. Есть ли будущее у дренирующих операций при хроническом панкреатите? Систематический критический обзор литературы. *Анналы хирургической гепатологии*. 2016;21(4):70–83.
3. Воронцов О.Ф., Натрошвили А.Г., Михин И.В., Грэм К. Хирургическое лечение хронического панкреатита: показания, сроки, методы. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2022;(2):82–83. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202202182>
4. Гольцов В.Р., Савелло В.Е., Демко А.Е., Кулагин В.И., Платонов С.А., Киселев М.А. Лечение больных с геморрагическими осложнениями псевдокист поджелудочной железы. *Анналы хирургической гепатологии*. 2017;22(2):12–19.
5. Клименко А.В., Клименко В.Н., Стешенко А.А., Туманский В.А., Коваленко Хирургическое лечение хронического панкреатита с протоковой гипертензией без протоковой дилатации. *Украинский журнал хирургии*. 2013;(20):22–27.
6. Козлов И.А., Байдарова М.Д. Резекция головки поджелудочной железы с сохранением двенадцатиперстной кишки при опухолях и хроническом панкреатите. *Анналы хирургической гепатологии*. 2019;24(1):92–98.
7. Коханенко Н.Ю., Артемьева Н.Н., Зеленин В.В., Кашинцев А.А., Петрик С.В., Глебова А.В., Иванов А.Л., Вавилова О.Г., Алетдинов Ю.В., Лечение хронического панкреатита, осложненного кровотечением. *Анналы хирургической гепатологии*. 2017;22(2):20–29.
8. Кригер А.Г. Хирургическая панкреатология. Москва: РИА «Внешторгиздат». 2021:332.
9. Кубышкин В.А., Козлов И.А., Кригер А.Г., Чжао А.В. Хирургическое лечение хронического панкреатита и его осложнений. *Анналы хирургической гепатологии*. 2012;17(4):24–34.
10. Пархисенко Ю.А., Калашник Р.С. Хирургическая тактика при хроническом калькулезном панкреатите. *Анналы хирургической гепатологии*. 2017;22(2):60–72.
11. Петров Р.В. Сравнение эффективности двух видов субтотальной резекции головки поджелудочной железы при хроническом панкреатите автореф. дис. ... канд. мед. наук. 2012:23.
12. Ярешко В.Г., Михеев Ю. Резекционные и дренирующие операции в лечении хронического панкреатита и его осложнений. *Украинский журнал хирургии*. 2013; 22:160–165.
13. Andersen D., Frey C.F. The evolution of the surgical treatment of chronic pancreatitis. *Ann.Surg.* 2010;251(1):18–32. DOI:10.1097/SLA.0bo13e3181ae3471.
14. Hoffmeister A., Mayerle J., Beglinger C. et al. Consensus Guidelines On Definition Etiology Diagnosis And Medical, Endoscopic And Surgical Management of Chronic Pancreatitis. *German Society of Digestive and Metabolic Diseases (DGVS).Z. Gastroenterol.* 2012;50 (11):1176–1224.
15. Kim Y.H., Jang S., Rhee K., Lee D.K. Endoscopic Treatment of Pancreatic Calculi. *Clin.Endos.* 2014;47(3):227–235. DOI: 0.5946/ce.2014.47.3.227.
16. Korpela T., Udd M., Tenca A., Lindström O., Halttunen J., Myrskysalo S., Mikkola A., Kylänpää L. Long-term results of combined ESWL and ERCP treatment of chronic calcific pancreatitis. *Scand. J. Gastroenterol.* 2016;51(7):866–871. DOI:10.3109/00365521.2016.1150502
17. Perwaiz A., Singh A., Chaudhary A. Surgery for Chronic Pancreatitis. *Indian J. Surg.* 2012; 1:47–54.

© Меджидов Расул Тенчаевич (jrus@mail.ru), Курбанисмаилова Рахимат Рамазановна (rahimat1281@mail.ru), Мирзоев Имам Абулфетович (d_manafova@mail.ru), Абдуллаева Асли Зульпукаровна, Мерданова Миясат Мурадевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МИКРОБИОЛОГИЯ ЭНДОДОНТИЧЕСКИХ ИНФЕКЦИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

MICROBIOLOGY OF ENDODONTIC INFECTIONS

S. Miklyaev
A. Sushchenko
A. Averina
A. Brykina
E. Afonina

Summary. Intracanal infection is the leading etiological factor of apical periodontitis. The main condition for effective disinfection is a thorough understanding of the characteristics of the microflora of root canals. This article presents an overview of modern scientific views on the microbiology of pulp infection and methods of its identification. The significance of the theory of "focal infection" and indications for systemic administration of antibiotics are discussed.

Keywords: infection, microbiology of the root canal system, apical periodontitis, focal infection, antibiotics.

Микляев Станислав Валерьевич

К.м.н., доцент
ФГБОУ ВО Тамбовский государственный
университет им. Г.Р. Державина
miklaev@mail.ru

Сущенко Андрей Валерьевич

Д.м.н., профессор
ФГБОУ ВО Воронежский государственный
медицинский университет им. Н.Н. Бурденко
avs270270@mail.ru

Аверина Анна Сергеевна

К.м.н., врач-стоматолог-ортопед
ООО «Дентика» г. Воронеж
annaavr1981@yandex.ru

Брыкина Анжелика Азизбекова

Врач-стоматолог-детский
ГУЗ «Липецкая районная больница»
miss-indie@yandex.ru

Афонина Екатерина Сергеевна

Клинический ординатор
ФГБОУ ВО Тамбовский государственный
университет им. Г.Р. Державина
afonina.ekaterina-2012@yandex.ru

Аннотация. Внутриканальная инфекция является ведущим этиологическим фактором верхушечного периодонтита. Основным условием эффективной дезинфекции является доскональное понимание особенностей микрофлоры корневых каналов. В данной статье представлен обзор современных научных взглядов на микробиологию пульпарной инфекции и методов ее идентификации. Обсуждаются значение теории «фокальной инфекции» и показания для системного назначения антибиотиков.

Ключевые слова: инфекция, микробиология системы корневых каналов, верхушечный периодонтит, фокальная инфекция, антибиотики.

Введение

Колонизирующие в мертвой пульпе зуба микроорганизмы являются основным этиологическим фактором верхушечного периодонтита. Патологический процесс начинается при некротическом распаде пульпы и контаминации ее микроорганизмами окружающих тканей. При наличии интактных эмали и (или) цемента зуба пульпа остается изолированной от микроорганизмов ротовой полости и стерильна, как и другие соединительные ткани организма. Кариес является наиболее частой причиной разрушения эмали и цемента. Распространение

кариозного процесса в области дентина приводит к увеличению интенсивности воспалительной реакции пульпы. В конечном итоге микроорганизмы кариозной ткани и слюны входят в непосредственный контакт с пульпой, что ведет к тяжелому воспалению. Поскольку пульпа заключена внутри ограниченного жестким слоем дентина пространства, рано или поздно наступает некроз ткани. Это объясняется тем, что пульпа представляет собой так называемую легко податливую систему, в которой даже незначительное повышение тканевого давления вследствие воспаления может иметь неблагоприятные последствия для целостности ткани.

Вызванное скоплением экссудата повышение давления на ткани приводит к компрессии и иногда к коллапсу венул пораженной ткани.

Мертвая пульпа не имеет механизмов защиты против микробов. В заполненном некротической тканью корневом канале существуют идеальные условия для жизнедеятельности микроорганизмов: влажная и теплая анаэробная среда, недоступная для защитных сил организма. Распространяясь по ходу канала, бактерии попадают в париапекальные ткани (периодонт, альвеолярную кость и цемент), что приводит к их воспалению, т.е. к различным формам верхушечного периодонтита.

Периапекальное воспаление является попыткой организма предотвратить распространение микрофлоры корневого канала в окружающие костные структуры. Отсутствии микроциркуляции в некротической ткани пульпы делает невозможным устранение собственно причины воспаления, поэтому организм мобилизует защитные силы, препятствующие распространению инфекции в непосредственной близости от апикального отверстия. В некоторых случаях в зависимости от объема, вызванного бактериями тканевого поражения в периапикальной зоне, может возникнуть острый апикальный абсцесс с последующим распространением инфекции в другие анатомические области головы и шеи. Однако в большинстве случаев между пораженной тканью и защитными силами организма устанавливается баланс, приводящий к развитию хронического воспаления в периапикальных тканях. Поскольку аутоиммунные механизмы, равно как и системные антибиотики, не достигают микроорганизмов в корневых каналах, то верхушечный периодонтит не может разрешиться без стоматологического вмешательства, направленного на санацию системы корневых каналов.[3]

Обзор литературы. Определение эндодонтической инфекции

Эндодонтическая инфекция может быть классифицирована по локализации (интра- и экстрарадикулярная). Также возможна классификация по времени возникновения инфекции: первичная, вторичная, персистирующая. Состав микрофлоры может отличаться в зависимости от вида инфекции и формы верхушечного периодонтита. Более точное выявление вида микроорганизмов облегчает понимание патологических процессов, обуславливающих симптоматику, и позволяет определить необходимые специфические методы лечения.

Внутриканальная инфекция

Этот тип инфекции вызывают микроорганизмы, заселяющие корневые каналы. По времени попадания бактерий в корневые каналы различают три группы:

- ◆ первичная внутриканальная инфекция;
- ◆ вторичная внутриканальная инфекция;
- ◆ персистирующая внутриканальная инфекция.

Первичная внутриканальная инфекция

Первичная внутриканальная инфекция вызывается смешанной бактериальной флорой, которая исходно встречается в некротизированной пульпе и представлена 10–30 видами бактерий. Среди них доминируют анаэробные бактерии, особенно грамотрицательные виды семейства Tannerella, Dialister, Porphyromonas, Fusobacterium, Filifactor, Campilobacter и Treponema. В составе первичной внутриканальной микрофлоры обнаруживаются и грамположительные анаэробы семейства Peptostreptococcus, Eubacterium, Pseudoramibacter, а также факультативные и микроаэрофильные стрептококки.[7]

По имеющимся сегодня данным, некоторые грамотрицательные анаэробные бактерии ассоциируются с болезненными периапикальными поражениями и острыми периапикальным абсцессами. С другой стороны, эти же виды бактерий были выявлены и в асимптоматических случаях, что позволило предположить воздействие и других факторов, влияющих на возникновение боли при периодонтите, кроме определенных условнопатогенных видов микроорганизмов.[1] К таким факторам относятся:

- ◆ Наличие вирулентных микроорганизмов. Вирулентность разных штаммов одного вида бактерий может сильно отличаться. Конкретное заболевание, ассоциированное с определенным патогеном, фактически вызывается отдельным штаммом данного вида микроорганизмов. Сохранение вирулентных штаммов патогенных бактерий может объяснять развитие пульпитных болей в интервалах между сеансами терапии при наличии условий для развития этих микроорганизмов.
- ◆ Эффект синергизма. Большинство условнопатогенных микроорганизмов проявляет активность или обладает повышенной вирулентностью только в присутствии других видов микроорганизмов (Табл. 1). Это объясняется синергизмом, или суммированием взаимодействия микробов, вызывающих возникновение симптоматики.
- ◆ Число микроорганизмов. Количественный показатель является важным фактором развития инфекционного заболевания. Увеличение числа микроорганизмов в стадии ремиссии хронического воспаления может привести к обострению заболевания.
- ◆ Внешние факторы. Вирулентный клон патогенной бактерии во время своего жизненного

Таблица 1. Патогенность некоторых микроорганизмов при моно- и смешанных инфекциях.*

Вид	Моноинфекция	Смешанная инфекция
<i>Treponema denticola</i>	+	++
<i>Porphyromonas gingivaiis</i>	+/-	++
<i>Tannerella forsythia</i>	-	++
<i>Peptostreptococcus micros</i>	-/+	++
<i>Campilobacter rectus</i>	-	+
<i>Streptococcus sanguinosus</i>	+	++
<i>Prevotella nigrescens</i>	-	++

*Примечание. — — непатогенные. +/- — малопатогенные. + — условнопатогенные. ++ — сильнопатогенные.

цикла не всегда одинаково патогенен. Имеются многочисленные научные доказательства того, что при активизации или дезактивации патогенных генов важная роль принадлежит окружающим факторам. Известно, что изменения окружающей среды могут влиять на некоторые условнопатогенные микроорганизмы ротовой полости (или системы корневых каналов), включая *Porphyromonas gingivaiis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella intermedia* и некоторые виды оральной. Эндодонтическое лечение изменяет условия существования микрофлоры и может привести к увеличению вирулентности патогенных микроорганизмов и возникновению боли.

- ◆ Аутоиммунная защита. Известно, что разные индивиды имеют различную сопротивляемость инфекции. Эти различия могут проявиться в определенный жизненный период. Гипотетически, у людей с пониженной сопротивляемостью после эндодонтического лечения должны чаще появляться клинические симптомы и боль.
- ◆ Развитие герпетической инфекции возможно при подавлении защитных сил организма. Вирус герпеса сам может подавлять защитную реакцию организма и, таким образом, способствовать бурному росту патогенных микроорганизмов. Кроме того, действие вируса герпеса приводит к высвобождению воспалительных цитокинов клетками иммунитета. Инфекционные апикальные поражения, содержащие цитомегаловирус человека и (или) вирус Эпштейна-Барра, обычно ассоциируются с выраженной клинической симптоматикой. Механизмы, лежащие в основе действия вируса герпеса при периапикальном поражении, требуют дополнительного изучения.[2]

Вторичная внутрикорневая инфекция

Вторичная внутрикорневая инфекция вызывается микроорганизмами, проникшими в корневую ка-

нал во время лечения, в интервале между посещениями, а также после завершения эндодонтического лечения. При вторичных инфекциях обнаруживаются *Staphylococcus spp.*, *Escherichiacoli*, *Candida spp.* и *Enterococcus faecalis*, которые обычно не выявляются при первичных инфекциях.

Персистирующая внутрикорневая инфекция

Персистирующая внутрикорневая инфекция вызывается микроорганизмами, которые не были уничтожены при санации каналов. Такие бактерии могут выживать даже при дефиците питательного субстрата после обработки канала по поводу первичной или вторичной инфекции.

Персистирующая инфекция обычно ассоциируется с меньшим числом видов, чем первичная. Доминируют грамположительные факультативные анаэробные бактерии, в частности *E. faecalis*. Значительно чаще, чем при первичных инфекциях, обнаруживаются грибы. Персистирующая инфекция, так же как и первичная, может вызывать экссудацию и боль, обострения в интервалах между посещениями, что часто приводит к негативному исходу лечения.[4]

Внекорневая инфекция

Обычно внекорневая инфекция возникает в результате микробной инвазии внутриканальной инфекции в перирадикулярную ткань, однако эти варианты инфекционных поражений могут существовать независимо один от другого. Наиболее частой формой внекорневой инфекции, связанной с внутрикорневой микрофлорой, является острый перирадикулярный абсцесс, характеризующийся гнойным воспалением перирадикулярных тканей.

Наиболее часто самостоятельной формой внекорневой инфекции является актиномикоз периапикальных тканей, вызванный *Actinomyses spp.* или

Propionibacterium propionicum, который составляет от 1,8 до 4% случаев верхушечного периодонтита.[5] Вопрос связи внутри- и внекорневой инфекции имеет определенное клиническое значение, поскольку зависимая форма успешно поддается эндодонтическому лечению, при независимой показана резекция верхушки корня.

Микробиологическая диагностика флоры корневого канала с помощью биомолекулярной технологии

Более 99% земных микроорганизмов не культивируются в лабораторных условиях, но могут быть обнаружены другими методами. Около 55% из более чем 700 видов бактерий, встречающихся в полости рта, могут быть культивированы.

Идентификация возбудителей инфекции на основе фенотипических характеристик весьма проблематична, так как реальные условия, необходимые для роста некоторых бактерий, не могут быть воссозданы *in vitro*. Кроме того, фенотипические методы не позволяют определить количество штаммов. Генотипические методы дают более надежную и поддающуюся количественной оценке информацию для выявления возбудителей инфекции.

Первичная внутрикорневая инфекция

Культуральные исследования показали, что первичные внутрикорневые инфекции могут вызываться смешанной бактериальной флорой, состоящей в среднем из трех-шести видов. В случае острого периапикального абсцесса обнаруживают в среднем от двух до восьми видов на пробу.

С начала 2000-х годов применяются различные биомолекулярные методы исследования микроорганизмов, ассоциированных с пульпарной инфекцией. Грудянов А.И., Дмитриева Л.А., Фоменко Е.В. (2017) обнаружили в инфицированных каналах *T. forsythiae* с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР).[6] Этот микроорганизм ранее не высевали во время культуральных исследований. Последующие исследования с применением ПЦР и биомолекулярных тестов подтвердили, что *T. forsythiae* часто обнаруживают при различных видах эндодонтической инфекции.

Македонова Ю.А., Фирсова И.В. (2015) исследовали микробиоты первично инфицированных каналов с помощью геномных зондов и так называемой техники шахматной гибридизации ДНК. В клинических пробах было выявлено 42 вида бактерий. Все пробы содержали бактерии, обнаруженные при проведении ПЦР

(Universal-16S-rRNA). Количество видов бактерий в канале колебалось от 1 до 17 (в среднем 4,7). Чаще всего в инфицированных каналах выявлялись *T. forsythiae*, *Haemophilus aphrophilus*, *Porphyromonas gingivalis*, *Corynebacterium matruchotii* и *Treponema denticola*. В другом исследовании при использовании техники шахматной гибридизации пациентов с бессимптомными периапикальными поражениями было обнаружено от 5 до 31 вида бактерий в каждом канале. Более чем в 90% проб выявляли *T. forsythiae*, *Campylobacter showae*, *Fusobacterium natiforme*.

С помощью ДНК-тестов и техники шахматной гибридизации ДНК выявили 48 видов бактерий в пробах гноя, полученных из острых апикальных абсцессов. Число обнаруженных видов колебалось от 1 до 33 (в среднем 5,9). Чаще всего выявляли *T. forsythiae*, *P. gingivaiis*, *Streptococcus contellatus*, *Prevotella intermedia* и *Prevotella nigrescens*.

Для изучения бактериального многообразия в инфицированных каналах проводились дальнейшие исследования с помощью ПЦР и генных маркеров 16S-rRNA при исследовании Фирсовой И.В. (2012) гнойный экссудат аспирированный из внутриротовых абсцессов, и обнаружили в некоторых пробах бактерии, которые ранее не были выявлены. Григорьян А.С., Макеева И.М., Морозов О.Ю. (2019) изучали пробы, полученные из очагов верхушечного периодонтита, и обнаружили 65 видов, из которых 26 (40%) не высевались при проведении культурального обследования. В среднем в каждой пробе выявляли около 20 штаммов бактерий (от 7 до 29). В трех первых пробах преобладали *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Streptococcus*, *Pantoea*, *Prevotella* и *Selenomonas*. Два клона бактерий ранее не культивировались на питательных средах.

С целью анализа большого числа бактериальных проб на определенные виды бактерий были проведены исследования со специфичными к определенным видам ПЦР, что позволило получить новые данные о составе микрофлоры при эндодонтических инфекциях. Наряду с *T. forsythiae* были выявлены условнопатогенные бактерии, которые ранее не высевались на питательных средах (Рис. 1). Макеева И.М. с соавт. с помощью специфичных ПЦР впервые обнаружили в инфицированных корневых каналах *Treponema denticola*. Последующие биомолекулярные исследования подтвердили, что эти виды часто встречаются в инфицированных корневых каналах. Во многих случаях с помощью ПЦР в инфицированных корневых каналах также обнаружили *Treponema socranskii*. Другими патогенными видами, которые обнаружили с помощью современных методов диагностики, являются: *Filifactor alocis*, *Dialister pneumosintes*, и многие др.[1,2]

Таблица 2. Предположительно эндодонтические патогены, обнаруживаемые при различных видах эндодонтической инфекции

Первичные инфекции	Вторичные и (или) персистирующие инфекции	Экстраадикалярные инфекции
Fusobacterium	Enterococcus	Actinomyces
Treponema	Streptococcus	Propinibacterium
Prevotella	Actinomyces	Fusobacterium
Porphyromonas	Candida	Treponema
Dialister	Propinibacterium	Prevotella
Tannerella	Tannerella	Tannerella
Filifactor	Staphylococcus	Porphyromonas
Campilobacter	Pseudomonas	
Peptostreptococcus		
Streptococcus		
Eubacterium		
Pseudoramibacter		
Actinomyces		

Примечание. Последовательность не отражает преобладания вида, так как частота обнаружения колеблется в зависимости от использованной методики и исследованной популяции

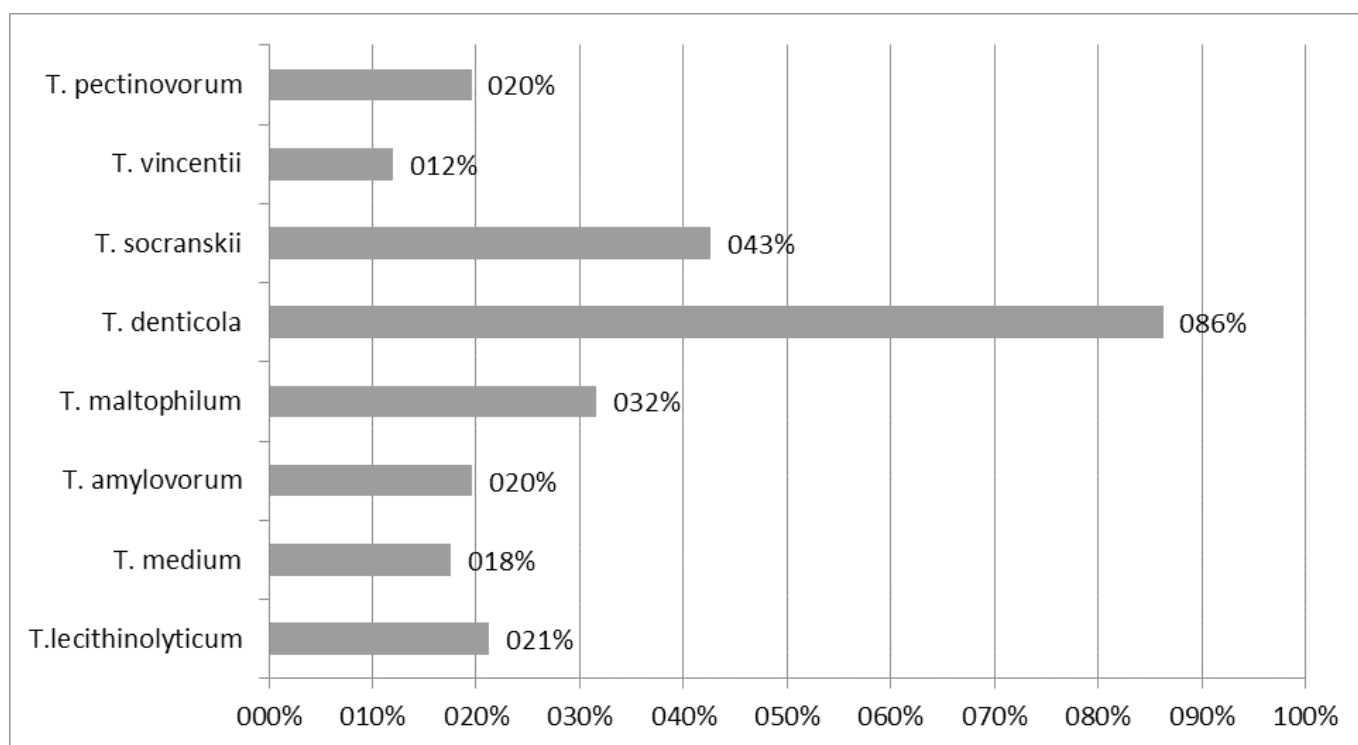


Рис. 1. Биомолекулярные методы показывают преобладание различных видов трепонем в очаге первичной внутриканальной инфекции

Макеева И.М., Морозов О.Ю. (2016) с помощью техники «отпечатков пальцев» сравнили бактериальный состав при бессимптомных и симптоматичных первичных эндодонтических инфекциях. Оказалось, что некоторые виды присутствуют в обоих случаях, однако большинство

из них представлено в одной из групп. В среднем в симптоматичных очагах выявляли 12 видов бактерий (от 2 до 29), а при отсутствии симптоматики 7 (от 2 до 11), что подтверждает выраженные различия бактериального состава при симптоматичных и бессимптомных инфекциях.

Внекорневые инфекции

В эндодонтии одним из наиболее спорных является вопрос о наличии микроорганизмов и развитии внекорневой инфекции в воспаленных периапикальных тканях. Как было уже отмечено, экстраадикулярная инфекция может быть вызвана внутрикорневой флорой, или возникнуть независимо. При неудачном эндодонтическом лечении такие внекорневые бактерии, как *Actinomyces spp.* и *P. propionicum*, были выявлены в результате культуральных и биомолекулярных исследований. Следует отметить, что эти не поддающиеся лечению случаи составляют незначительную часть первично инфицированных случаев. В Табл. 2 приведены микроорганизмы, чаще всего обнаруживаемые при различных эндодонтических инфекциях.[7]

Вирусы при внекорневых инфекциях

Согласно последним исследованиям, вирусы герпеса могут участвовать в патогенезе симптоматических верхушечных периодонтитов. Фоменко Е.В. (2017) выявил цитомегаловирус человека (HCMV) во всех семи симптоматических поражениях и в одном из семи бессимптомных поражений.[5] Вирусы Эпштейна-Барра (EBV) были обнаружены в шести из семи симптоматических и в одном из семи бессимптомных поражений. Вирус герпеса чаще выявлялся в обширных поражениях, чем в периапикальных поражениях небольшого размера. Взаимодействие вируса герпеса и бактерий может играть роль в развитии периадикулярных поражений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гутман, Д.Л. Решение проблем в эндодонтии: профилактика, диагностика и лечение / Д.Л. Гутман, Т.С. Думша, П.Э. Ловдэл; Д.ж.Л. Гутман, Т.С. Думша, П.Э. Ловдэл; пер. с англ. [Е.М. Чернопол]. — Москва: МЕДпресс-информ, 2008. — 591 с. — ISBN5–98322–363–1. — EDN QLSAKJ.
2. Должен Ли клиницист знать гистологические аспекты исхода эндодонтического лечения? / И.В. Фирсова, С.В. Поройский, Ю.А. Македонова, Г.Л. Снигур // Волгоградский научно-медицинский журнал. — 2012. — № 4(36). — С. 35–37. — EDN SJTBXJ.
3. Иванов, Д.С. Клинико-экспериментальное обоснование выбора препаратов для медикаментозной обработки каналов зубов при использовании полимерных корневых пломб: специальность 14.00.21: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Иванов Денис Сергеевич. — Москва, 2008. — 102 с. — EDN NPSLAN.
4. Микляев, С.В. Оценка герметизирующей способности силеров для obturации корневых каналов / С.В. Микляев, О.М. Леонова // Медицина и физическая культура: наука и практика. — 2019. — Т. 1. — № 1(1). — С. 22–27. — EDN XGRFAG.
5. Фирсова, И.В. Клинические и морфологические особенности реакции верхушечного периодонта при использовании различных групп эндогерметиков / И.В. Фирсова, Ю.А. Македонова // Эндодонтия Today. — 2013. — № 2. — С. 7–11. — EDN RFYFDZ.
6. Морфологические особенности облитерированной системы корневых каналов / А.В. Поройская, Ю.А. Македонова, Е.И. Адамович [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. — 2020. — № 1. — С. 18–21. — EDN OHQSPB.
7. Compressive Force Induces VEGF Production in Periodontal Tissues / A. Miyagawa, M. Chiba, H. Hayashi, K. Igarashi // Journal of Dental Research. — 2009. — Vol. 88. — No 8. — P. 752–756. — DOI 10.1177/0022034509341637. — EDN NTGBFF.

© Микляев Станислав Валерьевич (miklaev@mail.ru), Сущенко Андрей Валерьевич (avs270270@mail.ru),
 Аверина Анна Сергеевна (annaavr1981@yandex.ru), Брыкина Анжелика Азизбекова (miss-indie@yandex.ru),
 Афонина Екатерина Сергеевна (afonina.ekaterina-2012@yandex.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕРАЗВИВАЮЩЕЙСЯ БЕРЕМЕННОСТИ – ВЗГЛЯД АКУШЕРА-ГИНЕКОЛОГА, ПАТОМОРФОЛОГА И ЦИТОГЕНЕТИКА.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CAUSES OF NON-DEVELOPING PREGNANCY — THE VIEW OF OBSTETRICIAN- GYNECOLOGIST, PATHOMORPHOLOGIST AND CYTOGENETICIST.

E. Palyutina
S. Tikhomirova
E. Sotina
I. Kozlovskaya

Summary. We have performed a retrospective analysis of anamnestic data of 64 patients with non-developing pregnancy between 6 and 12 weeks of gestation with the results of extension pathomorphological and cytogenetic study.

According to the results of a cytogenetic study, the chromosomal pathology has been detected in 45 (70.7%) samples. Prevailing types of disorders were trisomies 43.7% and triploidies 12.5%. According to the results of the extension pathomorphological study, the data on the chromosomal pathology have been detected in only 14 (20.3%) samples. The percentage of agreement is 33%. During the histologic study, the inflammatory process has been registered in 53% of cases. In this study pathological karyotype corresponded to a histologic pattern of inflammation in 38% of cases. In order to choose the right tactics of further treatment of patients with non-developing pregnancy, it is necessary to use at least 2 methods of study. Whenever possible they should be accompanied with molecular genetic and immunohistochemical diagnostic methods.

Keywords: non-developing pregnancy, cytogenetic study, morphological examination, karyotype.

Палютина Елена Юрьевна

К.м.н., ФГБОУ ВО «Ярославский государственный
медицинский университет» Минздрава России
peyu260562@mail.ru

Тихомирова Светлана Владиславовна

К.б.н., ФГБОУ ВО «Ярославский государственный
медицинский университет» Минздрава России;
цитогенетик ГБУЗ Ярославской области «Областной
перинатальный центр»
svetlana-yar-2010@yandex.ru

Сотина Елена Михайловна

Врач патологоанатом высшей квалификационной
категории, ГБУЗ Ярославской области «Областной
перинатальный центр»
sota.len@yandex.ru

Козловская Ирина Александровна

К.м.н., врач акушер-гинеколог ГБУЗ Ярославской
области «Областной перинатальный центр»
kia801980@mail.ru

Аннотация. Нами был проведен ретроспективный анализ анамнестических данных 64 пациенток с неразвивающейся беременностью в сроке от 6 до 12 недель гестации с результатами расширенного патоморфологического и цитогенетического исследования.

По результатам цитогенетического исследования хромосомная патология выявлена в 45 (70,7%) образцах. Преобладающим типом нарушений были трисомии 43,7%, и триплоидии 12,5%. По результатам расширенного патоморфологического исследования данные за хромосомную патологию были выявлены только в 14 (20,3%) образцах. Процент совпадений составил 33%. В 53% случаев при гистологическом исследовании регистрировался воспалительный процесс. При этом патологический кариотип соответствовал гистологической картине воспаления в 38% случаев. С целью принятия правильной тактики дальнейшего введения пациентов с неразвивающейся беременностью необходимо использовать как минимум два метода исследования. И по возможности дополнить их молекулярно-генетическими и иммуногистохимическими методами диагностики.

Ключевые слова: неразвивающаяся беременность, цитогенетическое исследование, морфологическое исследование, кариотип.

Введение

Низкая рождаемость в России в последние годы усугубляется репродуктивными потерями, значительная часть которых приходится на неразвивающуюся беременность. Под термином «неразвивающаяся беременность» (синоним — замершая беременность) следует рассматривать остановку в развитии эмбриона/плода до 22 недель беременности при отсутствии экспульсии плодного яйца/плода. Диагностика неразвивающейся беременности основывается на результатах ультразвукового исследования. Выделяют два типа замершей беременности: анэмбрионию и раннюю гибель эмбриона (плода) [6]. Точных данных о распространённости неразвивающейся беременности нет, что связано со сложностями статистической обработки данных: в 80% всех выкидышей сначала происходит гибель плодного яйца, а затем — либо экспульсия, либо задержка в полости матки продуктов зачатия. Около 60–70% самопроизвольных прерываний гестации до 12 недель обусловлено именно замершей беременностью, а на сроках до 8 недель одна треть выкидышей происходит по типу анэмбрионии [6]. Причины гибели эмбриона, также, как и неспособность матки к его изгнанию до конца не изучены и не всегда объяснимы. Наибольший процент (75–85%) беременностей останавливается на стадии имплантации, эмбриогенеза, формирования хориона и плаценты, что делает эмбрион наиболее чувствительным к повреждающим факторам. В последних рекомендациях междисциплинарной ассоциации специалистов репродуктивной медицины (МАРС) за 2021 год на первом месте из факторов риска эксперты отмечают поздний репродуктивный возраст, наличие в анамнезе репродуктивных потерь, около 15% занимают инфекционные процессы [6], но большинство специалистов считают ведущей причиной нарушения развития и гибели эмбриона хромосомные и геномные мутации [5]. Так, аномальный кариотип в сроке 6–7 недель гестации имеют 60–75% эмбрионов, в 12–27 недель — 15–20%, а в 18–28 недель — только 2–7% [2, 6]. Вместе с тем неоспоримы данные, что в этиологии неразвивающейся беременности сравнительно высок удельный вес не только инфекций, в том числе и вирусных, но и эндокринные нарушения в организме матери, нарушения гемостаза и иммунные расстройства [6, 9]. Одной из важнейших практических задач современного акушерства, несмотря на множество проведенных исследований, остается выяснение причин неразвивающейся беременности — это реальный путь снижения репродуктивных потерь, а зная причины и понимая патогенез, можно более успешно проводить профилактику данного состояния до наступления следующей беременности. Изначально причину неразвивающейся беременности связывали с факторами риска, отягощенным акушерско-гинекологическим анам-

незом, уточняли исследованием аспирата из полости матки морфологическим методом, в настоящее время имеется возможность цитогенетического исследования полученного материала.

Цель проведенного исследования

Сравнительное изучение причин, частоты, спектра аномалий кариотипа при неразвивающейся беременности на основе анамнестических, цитогенетических и патоморфологических данных.

Материал и методы исследования

Произведен анализ результатов исследований кариотипа абортного материала 64 пациенток на базе областного перинатального центра города Ярославля. Критериями для постановки диагноза, являлись: отсутствие сердцебиения эмбриона; отсутствие сформированного эмбриона в полости плодного яйца — анэмбриония. В случае диагностики неразвивающейся беременности всем пациенткам проводилась вакуум-аспирация или выскабливание содержимого полости матки. Материал доставлялся в клиничко-диагностическую лабораторию перинатального центра в кратчайшие сроки после медицинского вмешательства. Препараты метафазных хромосом получали из клеток цитотрофобласта ворсинчатого хориона, «прямым» ускоренным методом по общепринятой методике [1]. Препараты анализировали с помощью микроскопа OLYMPUS BX51, оснащенного камерой, с использованием программы ВидеоТест-Карио 3.1.

При выполнении расширенного патоморфологического исследования оценивали состояние ворсинчатого хориона, париетального эндометрия и децидуальной ткани [3]. Косвенными признаками, отражающими хромосомные нарушения трофобласта в первом триместре беременности по последним данным российского клинического исследования следует считать наличие полиморфных ворсин хориона с гидropическими изменениями гиповаскуляризированной гипоплазированной стромы, истончением хориального синцития [10].

Статистическую обработку данных выполняли с помощью электронных таблиц Microsoft Excel и пакета прикладных программ Statistica for Windows v.7.0, StatSoft Inc.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования были получены следующие результаты: всего в исследовании приняло участие 64 женщины в возрасте от 22 до 47 лет (средний возраст $32 \pm 5,8$), с подтвержденным

Таблица 1. Сравнительная характеристика групп с нормальным и аномальным кариотипом

показатель	группа с эуплоидным кариотипом N=19	группа с аномальным кариотипом N=45
средний возраст	29,8±5,2 лет	31,9±6,4 лет
паритет	3,2±2,1	4,2±2,5
неразвивающаяся беременность в анамнезе	9 (47,3%)	31 (48,8%)
средний срок гестации на момент установления диагноза	7,4 недель	7,9 недель
кариотип женского пола	11 (59,1%)	24 (57,1%)
кариотип мужского пола	8 (40,9%)	21 (42,9%)
показания к кариотипированию:		
неразвивающаяся беременность	16 (86,4%)	33 (73,8%)
анэмбриония	0 (0%)	5 (11,9%)*
визуализируемые пороки развития	3 (13,6%)	7 (14,2%)

***($p < 0,001$)

диагнозом неразвивающаяся беременность, что подтверждается данными норвежского проспективного, когортного исследования национального регистра беременных (более 421 тыс. участниц) — самый низкий (10%) риск репродуктивных потерь был в возрастной группе 25–29 лет [6]. Достоверно больший процент 59 (92,2%) ($p < 0,001$) пациенток были повторнобеременные, 31–48,4% пациенток имели отягощенный акушерско-гинекологический анамнез (ОАГА): от 1 до 3 замерших беременностей в анамнезе. И, как указывают эксперты, скорее всего ассоциация ОАГА и неразвивающейся беременности обусловлена сохранением причин, послуживших причинами репродуктивных потерь в прошлом, которые, что очень важно, не были выявлены и устранены [6].

Срок остановки развития беременности варьировал от 6 до 12 недель гестации (в среднем $8,7 \pm 1,8$). Следует отметить, что в достоверно большем количестве случаев 50 (78,1%) ($p < 0,001$) была диагностирована гибель эмбриона, что не противоречит данным полученными Волковым А.Н. с соавторами: это период раннего органогенеза, когда происходит закладка, выделение и формирование зачатков практически всех органов и систем, формирование плаценты [11]. Первый триместр беременности — это критический период, связанный с естественным отбором эмбрионов, в том числе и с позиции их генетической состоятельности. Следует отметить, что в достоверно большем количестве случаев — 50 (78,1%) ($p < 0,001$) была диагностирована гибель эмбриона. По результатам цитогенетического исследования 64-х образцов хориона, хромосомная патология была выявлена в 45 (70,3%) образцах, что совпадает с данными других исследований. [2] Эуплоидный кариотип встречался в 19 (29,7%) образцах. Полученные данные не противоречат результатам исследований других авторов [2,6]. А чем принципиально отличались друг от друга пациентки с эуплоидным и аномальным кариотипом хориона?

Группы сравнения достоверно не отличались ни по возрасту, ни по количеству беременностей в анамнезе, в том числе и неразвивающихся, ни по сроку гестации на момент установления диагноза, ни по количеству кариотипов мужского и женского пола. Но следует отметить, что во всех случаях анэмбрионии был выявлен аномальный кариотип.

Из 45 образцов с аномальным кариотипом анеуплоидии 28 (43,7%) образцов выявлялись достоверно чаще ($p < 0,001$), чем полиплоидии 9 (14,1%) образцов, наиболее часто лишние хромосомы встречались в 16, 15, 21 и 22 парах. В 15% случаев выявленные анеуплоидные нарушения являлись мозаичными.

При проведении корреляционного анализа была выявлена достоверная ($p < 0,05$) прямая зависимость трисомий от возраста женщины. При этом с увеличением количества беременностей возможность возникновения трисомий достоверно возрастает. Эта же закономерность прослеживается при анализе зависимости трисомий от количества неразвивающихся беременностей в анамнезе.

Следующей по частоте встречаемости аномалий кариотипа были полиплоидии 9 образцов из которых триплоидия составила 8 (12,5%) образцов и в единичном образце (1,6%) была тетраплоидия.

У 2-х пациенток с триплоидным кариотипом эмбриона был пузырный занос. Такой вид нарушения развития трофобласта встречался и в образце с эуплоидным кариотипом, в этом случае диагностика, возможного, удвоенного отцовского генома недоступна методом стандартного кариотипирования, необходимо исследование генотипа.

Моносомия по X хромосоме в нашем исследовании встретилась в 2 (3,1%) случаях. Помимо геномных были

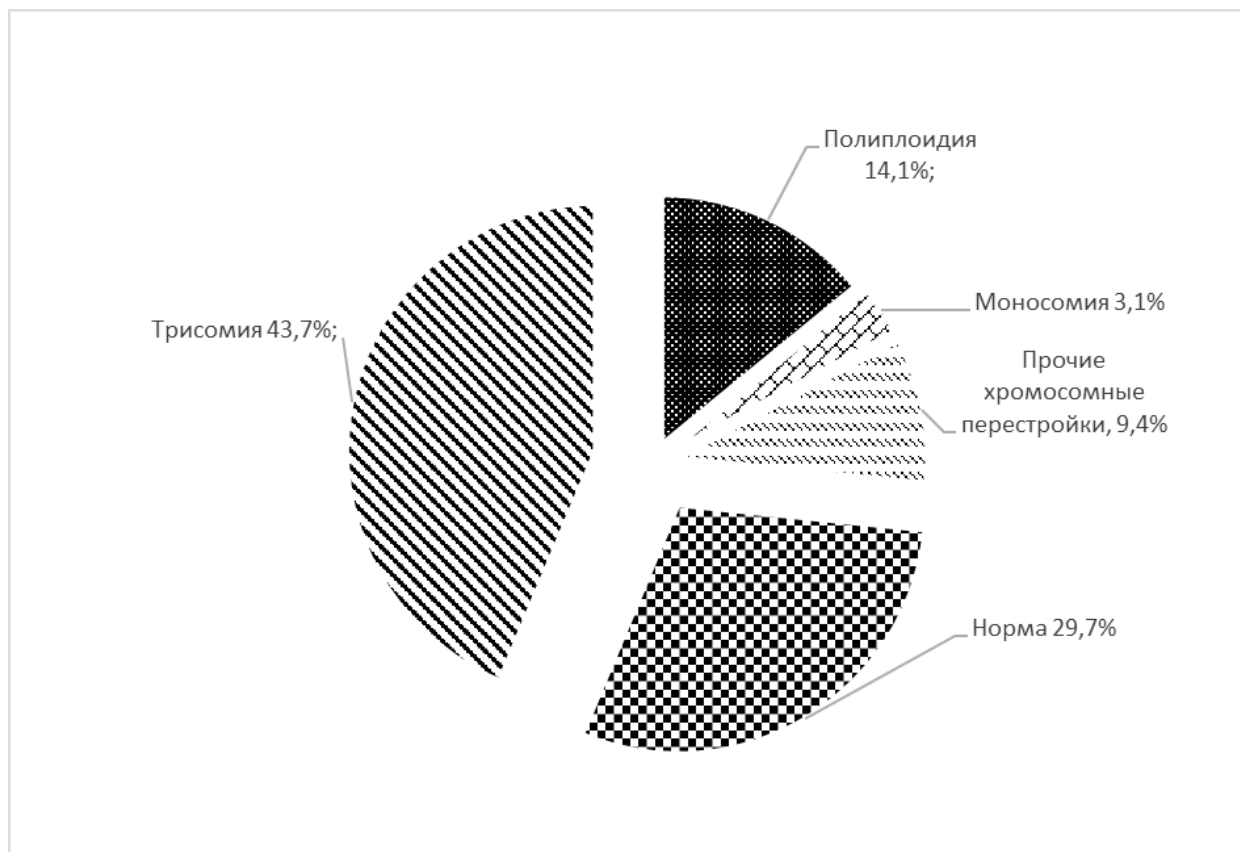


Рис. 1. Частота и спектр хромосомных аномалий кариотипа хориона при неразвивающейся беременности.

выявлены спонтанные aberrации и структурные мутации аутосом в 6 (9,4%) случаях.

По результатам расширенного патоморфологического исследования хромосомная патология была выявлена в 13 случаях (20,3%) и оценивалась по наличию гидропических, ветвящихся ворсин, отсутствию общего или локального ангиогенеза и сочетанию истончения эпителиального покрова с локальной пролиферацией цитотрофобласта. В 8 образцах (12,5%) при гистологическом исследовании были выявлены признаки гормональной недостаточности, как этиологического фактора невынашивания беременности. В 22 образцах (34,4%) присутствовала гистологическая картина воспаления. Воспалительный процесс оценивали по наличию очаговых и, или рассеянных лимфоцитарных инфильтратов с нейтрофильными элементами [7].

Чаще выраженный воспалительный процесс выявляется во всех составляющих внезародышевого комплекса, что указывает на наличие у женщин в анамнезе инфекционного агента [4]. Поэтому, на этапе прегравидарной подготовки, важно обследование супружеских пар на своевременное выявление и лечение инфек-

ций при планировании беременности. Так же отмечалось сочетание воспаления с возможной хромосомной и гормональной патологией в 8 (12,5%) и 4 (6,3%) образцах соответственно.

Результаты патоморфологического исследования представлены на рис. 2.

При сопоставлении результатов расширенного патоморфологического метода с результатами кариотипирования было выявлено, что лишь в 33% случаев аномальный кариотип плода был подтвержден гистологически. В большинстве случаев, гистологического исследования регистрировался воспалительный процесс — 53%. При этом в 38% случаев патологический кариотип соответствовал гистологической картине воспаления. То есть, значительная часть хромосомной патологии была не видна при гистологическом исследованием, но сопровождалась воспалительным процессом. Возможно, это связано с тем, что дифференциальная активность генов «лишних» хромосом и целых геномов в эмбриогенезе могла стать причиной гибели эмбриона при живом хорионе, и в дальнейшем привести к воспалению.

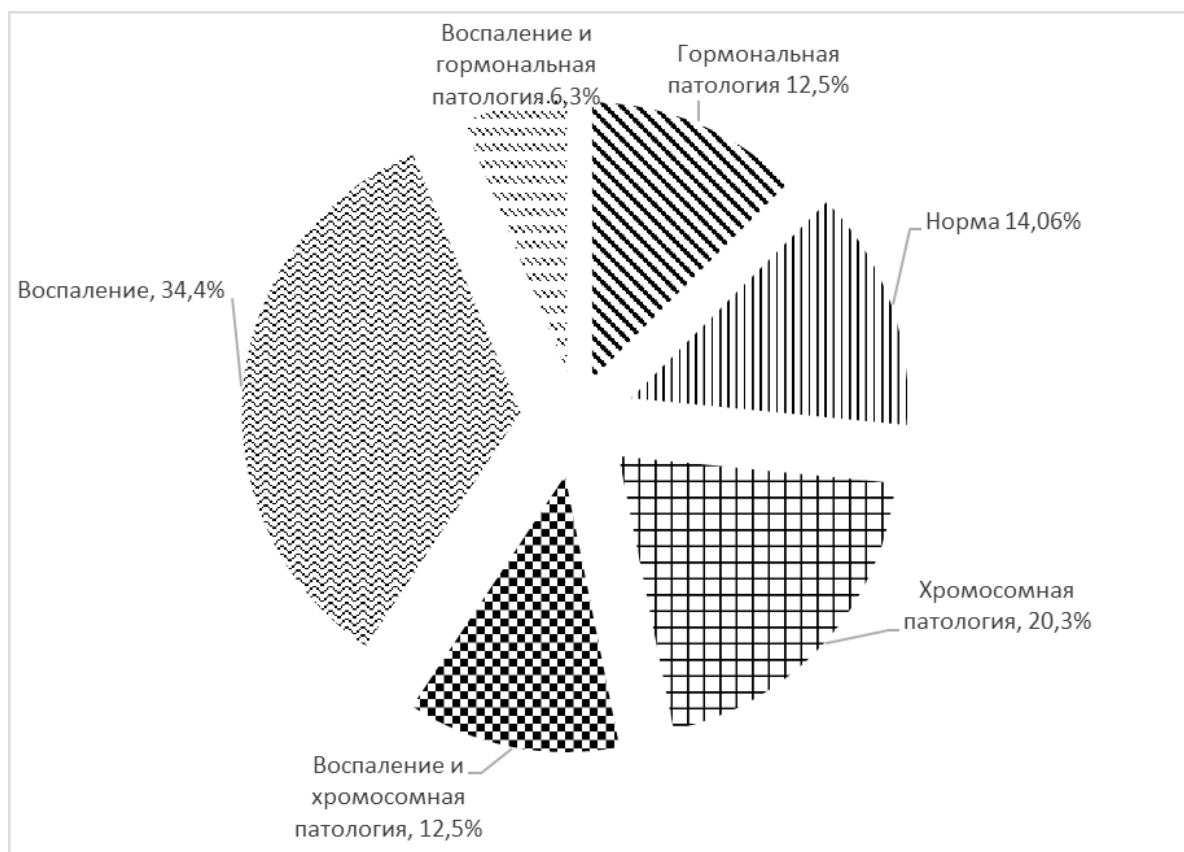


Рис. 2. Результаты расширенного патоморфологического исследования при неразвивающейся беременности.

Выводы: женщины, старше 30-ти лет, повторнобеременные, имеющие отягощенный акушерско-гинекологический анамнез, имеют больший риск по неразвивающейся беременности. Хромосомным аномалиям принадлежит доминирующее значение в этиологии неразвивающейся беременности, особенно в сроке до 9 недель гестации.

Как указывают эксперты MAPC — результаты кариотипирования абортуса не определяют прогноз в отношении последующей беременности, но выяснение причины выкидыша может стать важным аргументом в пользу установления хромосомного набора. Знание этиологии репродуктивной потери имеет не только медицинское значение: устранение неизвестности крайне важно и для морально-психического состояния пары с привычным невынашиванием беременности. Однако, недостатком цитогенетического метода может быть невозможность определения кариотипа, вследствие аутолиза тканей, а эуплоидный кариотип не исключает возможности моногенных нарушений, микроструктурных перестроек хромосом и нарушения эпигенетической регуляции. Именно поэтому с целью принятия правильной тактики введения пациентов с неразвивающейся беременностью необходимо использование как

минимум двух данных методов исследования. И по возможности дополнить их молекулярно-генетическими и иммуногистохимическими методами диагностики.

А при отсутствие хромосомных нарушений в исследуемых препаратах метафазных хромосом, полученных из клеток цитотрофобласта ворсинчатого хориона, должно стать веской причиной для продолжения поиска причин неразвивающейся беременности, что естественно будет сопряжено с дополнительными обследованиями супружеской пары и, возможным лечением выявленной патологии. Для более детального выяснения причин неразвивающейся беременности создать единую анкету, отражающую не только возраст и паритет, но и весо-ростовые показатели, в том числе и соотношения объема талии к объему бедер, которое является точным показателем не только соматического здоровья, но и состояния репродуктивного эндокринологического статуса и долгосрочного риска для здоровья, и социально-экономический статус, и возможные вредности, и т.д., это может быть использовано для формирования групп риска и проведения расширенного предгравидарного обследования с последующей предгравидарной подготовкой у пациенток с проблемной репродукцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов В.С., Кузнецова Т.В. Цитогенетика эмбрионального развития: научно-практические аспекты. СПб: Изд-во Н-Л 2007; 164–168, 284–285, 493–499.
2. Волков А.Н., Рытенкова О.И., Бабарыкина Т.А., Лысенко Д.И. Цитогенетическая диагностика хро_мосомных аномалий при неразвивающейся беременности. Клиническая лабораторная диагностика. 2017; 62(9): 553–556. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2084-2017-62-9-553-556>
3. Кузнецов Р.А., Перетяпко Л.П., Кулида Л.В., Рачкова О.В., Проценко Е.В., Сарыева О.П. Морфологические параметры дифференциальной диагностики эндометриальной и плацентарной недостаточности при ранних самопроизвольных абортax (усовершенствованная медицинская технология). Иваново 2009; 3–12.
4. Кушубекова А.К., Самигуллина А.Э., Бообекова А.А. Невынашивание беременности: гистологическое исследование соскобов из полости матки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2019. — № 5. — С. 66–71.
5. Маркова Ж.Г., Мусатова Е.В., Тарлычева А.А., Шилова Н.В. Эффективная диагностика хромосомных аномалий при невынашивании беременности // Современные проблемы науки и образования. — 2016. — № 5. УДК 576.316:575.113.1
6. Неразвивающаяся беременность в анамнезе: реабилитация и подготовка к следующей гестации. Методические рекомендации Междисциплинарной ассоциации специалистов репродуктивной медицины (МАРС) / [Коллектив авторов]. — М.: Редакция журнала StatusPraesens, 2021–68 с.
7. Низяева Н.В. Гистологические критерии воспалительных изменений плодных оболочек плаценты и пуповины // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2018. — № 3. — С. 180–188;
8. Суханова Н.Н. Цитогенетические нарушения при ранней эмбриональной летальности. В сб.: Генетика человека и патология. Актуал пробл соврем цитогенет 2011; 9: 82.
9. Сухих Г.Т., Шуршалина А.В. Хронический эндометрит: руководство. — М.: ГЭОТАР– Медиа, 2013. — 64 с.
10. Траль Т.Г., Толибова Г.Х., Сердюков С.В., Полякова В.О. Морфофункциональная оценка причин замершей беременности в первом триместре // Журнал акушерства и женских болезней. — 2013. — Т. 62. — № 3. — С. 83–87.
11. Tug E, Yirmibes Karaoguz M, Nas T. Gene Expression of the syncytin-1 and syncytin-2 genes in the trophoblastic tissue of the early pregnancy losses with normal and abnormal karyotypes. 2020 May 30;741:144533. doi: 10.1016/j.gene.2020.144533. Epub 2020 Mar 4.PMID: 32145327.

© Палютина Елена Юрьевна (reyu260562@mail.ru), Тихомирова Светлана Владиславовна (svetlana-yar-2010@yandex.ru),

Сотина Елена Михайловна (sota.len@yandex.ru), Козловская Ирина Александровна (kia801980@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КОРРЕКЦИЯ НУТРИТИВНОГО СТАТУСА У БОЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ФОРМАМИ РАКА ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

CORRECTION OF NUTRITIONAL STATUS IN PATIENTS WITH GENERALIZED FORMS OF CANCER GASTROINTESTINAL TRACT

O. Petrova

Summary. The article presents the data of examination and correction of nutritional status in patients with generalized forms of gastrointestinal cancer treated in the Department of General Oncology on palliative care beds of the Republican Clinical Oncology Dispensary of Ufa. The article also reflects the issues of the influence of therapeutic nutrition on the physical functioning of patients and, as a consequence, on their quality of life.

Keywords: nutritional support, malignant neoplasms, gastrointestinal tract, body mass index, self-care, physical activity.

Петрова Ольга Михайловна

Врач онколог, ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер»; аспирант, ассистент, ФГБОУ ВО «Башкирский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России, г. Уфа
foxy1906@mail.ru

Аннотация. В статье представлены данные обследования и коррекции нутритивного статуса у больных генерализованными формами рака желудочно-кишечного тракта, получивших лечение в отделении общей онкологии на койках паллиативной помощи Республиканского клинического онкологического диспансера г. Уфы. В статье также отражены вопросы влияния лечебного питания на физическое функционирование пациентов и как следствие на их качество жизни.

Ключевые слова: нутритивная поддержка, злокачественные новообразования, желудочно-кишечный тракт, индекс массы тела, самообслуживание, физическая активность.

Неуклонный рост заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) отмечается в большинстве стран мира, в том числе и в России. [1,2,4,5,6] Несмотря на современные достижения онкологии в области диагностики ЗНО, рак органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) выявляется на поздних стадиях, когда возможности специальных методов лечения ограничены. [3,4,5,6,9,10,11]

Как показывают многочисленные исследования, при низком нутритивном статусе, в значительной степени снижается эффективность лечебных мероприятий, увеличивается количество септических и инфекционных осложнений, а также значительно ухудшается качество жизни пациентов. [3,4,5,6,12,13]

Оценку нутритивного статуса у онкологического больного необходимо производить с момента первого обращения за медицинской помощью и затем на всех этапах специализированного (хирургическое, химиотерапевтическое, лучевое) и паллиативного лечения. [4,5,6] При этом нутритивный статус оценивается на основании сбора анамнеза, стандартных антропометрических и лабораторных показателей, а также опросников, которые позволяют не только выявить пациентов

с нутритивной недостаточностью (НН), но и больных с риском ее развития: с NRS2002 (Nutritional Risk Screening 2002), SGA (Subjective Global Assessment) и NRI (Nutritional Risk Index). [4,5,7,8,9,14]

В МНИОИ им. П.А. Герцена нутритивная терапия является обязательным компонентом ведения больных со ЗНО. Расчет энергетических потребностей производится по формуле: 25 ккал/кг веса тела/сутки. Количество необходимого белка: 1–1,5 г/кг массы тела. Соотношение калорий: белки/жиры/углеводы — 20%/30%/50%. [4,5,6,8]

Согласно рекомендациям ESPEN, потребности пациентов в энергии составляют: для амбулаторных — 30–35 ккал/кг массы тела; для стационарных и лежачих — 20–25 ккал/кг массы тела. [4]

В качестве нутритивной поддержки рекомендуется дополнительный суточный прием 2–3 упаковок готовых смесей (800–1200 ккал) в виде сипинга, что позволяет приблизить объем потребляемых больным питательных веществ к его физиологической потребности. Таким образом, сипинг является первой и наиболее доступной опцией для нутритивной терапии и может

Таблица 1. Распределение больных, генерализованными формами рака желудочно-кишечного тракта, по локализации опухолевого процесса

Локализация опухоли	Группы					
	1-я группа (n=51)		2-я группа (n=49)		3-я группа (n=53)	
	абс.чис	%	абс.чис	%	абс.чис	%
Полость рта	1	1,9	1	2,0	1	1,9
Пищевод	10	19,6	12	24,4	13	24,5
Желудок	21	41,1	18	36,7	23	43,3
Толстая кишка	13	25,4	13	26,5	13	24,5
Поджелудочная железа	3	5,8	3	6,1	2	3,7
Печень	3	5,8	2	4,0	1	1,9

назначаться уже на этапе амбулаторного обследования онкологического больного независимо от дальнейшей лечебной тактики. [4,5,6,8]

На первом этапе нашего исследования было проведено обследование на нутритивную недостаточность 408 пациентов, пролеченных в условиях отделения общей онкологии на койках паллиативной медицинской помощи в 2020 году. С этой целью у всех больных были исследованы: периферическая кровь (гемоглобин, эритроциты, лимфоциты); венозная кровь (общий белок, альбумины, глобулины); рассчитан ИМТ ($ИМТ = m/h^2$, где: m — масса тела в килограммах, h — рост в метрах).

Исходя из полученных данных установлено, что из 408 пациентов 63% (255 человек) имели НН, из них 60% (153 человека) это больные с генерализованными формами рака ЖКТ.

Критериями отбора пациентов стали:

- ◆ нутритивная недостаточность;
- ◆ генерализованная форма рака ЖКТ;
- ◆ прогноз для жизни 6 и более месяцев.

Больные с НН были распределены на 3 группы: 1-я группа 51 человек — пациенты получающие нутритивную поддержку, 2-я группа — 49 пациентов получающих нутритивную поддержку и омега-3 жирные кислоты (ПНЖК) и 3-я группа включала в себя 53 пациента, получающих только симптоматическое лечение (контрольная группа).

В качестве источника ПНЖК 3-омега использовались желатиновые капсулы Витрум Омега-3-1000мг по 1 капсуле 1 раз в сутки, а нутритивная поддержка — нутридринк компакт протеин (Nutridrink compact protein 125 мл — 300 ккал, белок — 18 гр) по 125 мл 2 раза в сутки. Симптоматическая и противоболевая терапия проводилась всем больным на протяжении лечения с целью улучшения качества жизни.

Вторым этапом была оценка влияния нутритивной поддержки на качество жизни у больных генерализованной формой рака ЖКТ.

Статистическая обработка данных производилась средствами Microsoft Windows XP с помощью компьютерных программ Microsoft Word XP, Microsoft Excel XP. В работе были использованы следующие сборы информации: ретроспективные наблюдения, опрос. В процессе обработки и анализа материалов применялись как аналитический, так и методы санитарной статистики (оценка достоверности различий средних и относительных величин).

Для оценки нутритивного статуса у онкологических больных генерализованными формами ЖКТ, как было отмечено выше, нами проведено обследование всех пациентов, получивших лечение в отделении общей онкологии на койках паллиативной помощи в 2020 году.

С учетом критериев отбора, для дальнейшего исследования было отобрано 153 пациента. В таблице 1 представлены данные об их распределении по локализации опухолевого процесса.

Состав основных и контрольной групп в зависимости от локализации первичной опухоли не имел статистически значимых различий ($\chi^2=2,1$, $p=0,72$).

Следует отметить, что средний возраст больных участвующих в исследовании составил: в первой группе — $58,9 \pm 0,21$ лет, во второй группе — $57,3 \pm 0,23$, в контрольной группе — $58,3 \pm 0,21$ лет. Статистически значимых различий по возрасту не выявлено ($\chi^2=2,1$, $p = 0,72$).

Установление факта влияния на изменение нутритивного статуса пациентов в зависимости от вида поддержки оценивалось путем исследования периферической и венозной крови. При этом в анализе периферической крови учитывалось количество гемоглоби-

на, эритроцитов и лимфоцитов до начала исследования и через три месяца после начала лечения.

В результате анализа полученных данных исследования периферической крови установлено, что нормальный уровень гемоглобина до начала лечения в первой группе был у 52,9% пациентов, во второй группе у 53,1% пациентов и в контрольной группе у 52,8%. Имели анемию легкой и средней степени тяжести на начало лечения в группе, получавших нутритивную поддержку — 19,6 и 17,7%; в группе, получавших нутритивную поддержку и ПНЖК омега-3—20,4 и 18,4%; в контрольной группе — 20,8 и 18,9% соответственно. Что касается анемии тяжелой степени тяжести, то показатели распределились следующим образом: в первой группе данный показатель составлял — 9,8%, во второй группе — 8,1% и в контрольной группе — 7,5%. При расчете средних показателей, гемоглобин в группах сравнения, до лечения нутритивной недостаточности, не имел достоверных различий ($p=0,775$).

Через 3 месяца увеличилось число больных с нормальными показателями гемоглобина во всех группах с 52,9 до 66,6% в первой (на 13,7%), с 53,1 до 81,6% во второй (на 28,7%) и с 52,8 до 54,7% в контрольной (на 1,9%) ($p=0,016$). Увеличилось и число больных с легкой степенью анемии в группе получающих нутритивную поддержку с 19,6 до 23,5% и контрольной группе с 20,8 до 28,3% и уменьшилось в группе, получавших нутритивную поддержку и ПНЖК омега-3 с 20,4 до 10,3%. Это объясняется тем, что во 2-й группе большее количество пациентов перешло в разряд больных с нормальным уровнем гемоглобина. Таким образом через 3 месяца нормальный показатель гемоглобина статистически значимо различался, причем во второй группе пациентов с нормальным гемоглобином статистически значимо выше, чем в I и III группах ($p=0,016$).

Уменьшилась и доля больных с анемией средней и тяжелой степени в группах получавших нутритивную поддержку с 17,7 до 8,0% и с 9,8 до 1,9%; нутритивную поддержку и ПНЖК омега-3 — с 18,4 до 6,1% и с 8,1 до 2,0% соответственно. В то время как в контрольной группе если количество респондентов с анемией средней степени тяжести уменьшились с 18,9 до 7,5%, то доля пациентов с тяжелыми формами анемии увеличилась с 7,5 до 9,5%. Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что показатели гемоглобина после лечения не имели статистически значимые различия ($p=0,643$). В то же время между 1-й и 3-ей группами и 2-й и 3-ей имеются достоверные значимые различия ($p=0,04$ и $p=0,042$ соответственно).

В период наблюдения за больными раком органов ЖКТ проводилось исследование периферической кро-

ви на содержание эритроцитов. Уровень эритроцитов более чем 50% больных был в пределах нормы и составил в 1-й группе — 68,6%, во 2-й группе — 65,3%, в 3-ей группе — 71,6%. Пациентов с повышенным содержанием эритроцитов в периферической крови не было.

Через три месяца от начала проведения нутритивной поддержки и приема ПНЖК омега-3 количество эритроцитов повысилось во всех группах: в первой — с 68,6 до 78,4%; во второй — с 65,3 до 91,8% и в третьей — с 71,6 до 73,6% соответственно. Хотелось бы отметить, что увеличение количества эритроцитов внутри групп получавших нутритивную поддержку и ПНЖК омега-3 имели статистически значимые отличия ($p=0,04$ и $p=0,044$), что касается контрольной группы, то статистически значимого отличия не получено ($p=0,054$).

При сравнение средних показателей количества эритроцитов в группе получавших нутритивную поддержку и группе получавших нутритивную поддержку и ПНЖК омега — 3 не имели статистически значимых различий ($p=0,828$). При сравнении средних показателей основных групп и контрольной, также не получено статистические значимых различий: 1-й и контрольной $p=0,44$ и 2-й и контрольной $p=0,333$.

Исследования количества лимфоцитов в периферической крови у больных за 3 месяца наблюдения показали, что их изменения незначительны. Во 2-й и 3-ей группах до начала исследования количество лимфоцитов было в пределах нормы в 100%. В 1-й группе до начала исследования лишь у 7 (13,7%) пациентов был ниже нормы и через три месяца их количество сократилось до 2 (3,9%). Таким образом, за период наблюдения существенных изменений не наблюдалось, поэтому при сравнении средних показателей лимфоцитов в группах сравнения достоверных различий не выявлено до начала лечения $p=0,284$, через 3 месяца $p=0,135$.

В основных и контрольной группах до начала исследования и через три месяца проводилось исследование венозной крови — это: на общий белок, альбумины.

До начала исследования более половины пациентов имели пониженное количество общего белка в крови: в 1-й группе у 68,7%, во 2-й у 69,3% в 3-й у 64,2%. Хотелось бы отметить, что лишь у 1,9% первой, 4% второй и 5,6% контрольной групп общий белок был повышен. При анализе средних показателей общего белка в группах наблюдения не выявлено достоверных различий до начала исследований ($p=0,729$).

Через три месяца у больных получавших нутритивную поддержку (1-я группа) и нутритивную поддержку и ПНЖК 3-омега (2-я группа) количество пациентов уве-

личилось с 29,4 до 64,7% и с 26,5 до 75,5% соответственно. В контрольной группе вышеуказанный показатель увеличился, но не значительно с 30,2 до 54,7%. Таким образом, если нет достоверной разницы увеличения общего белка между 1-й и 2-й ($p=0,23$), то между 1-й и 3-й; 2-й и 3-й имеется статистически значимая разница ($p=0,001$, $p=0,001$ соответственно).

При сравнении средних показателей общего белка после проведенного лечения были выявлены достоверные различия между больными, получавшими нутритивную поддержку и контрольной группой, а также между больными, получавшими нутритивную поддержку и ПНЖК 3-омега и контрольной группой ($p=0,001$, $p=0,001$ соответственно). Между 1-й и 2-й группами достоверных различий в средних показателях общего белка не выявлено ($p=0,44$).

Существенные изменения происходят и при анализе содержания альбумина в крови у больных генерализованными формами рака ЖКТ. На начало исследования более чем у половины больных содержание альбумина было в норме (1-я группа — 54,9%, 2-я группа — 55,1%, 3-я группа — 56,6%). Лишь в контрольной группе 2 пациента (3,7%) имели повышенное содержание альбуминов в крови. Через три месяца количество пациентов с показателями альбумина, находящимися в пределах нормы, возрастает в первой группе на 15,6% и составляет 70,5%, во 2-й группе на 30,6% и составляет 85,7%, в контрольной группе также увеличилось, но только на 10,6% и к концу исследования вышеуказанный показатель составил 67,2%. Таким образом, у больных, получавших нутритивную поддержку и жирные кислоты, показатель альбумина превышает таковой у больных, получавших только жирные кислоты на 14,8% и контрольной группы на 18,2%.

При сравнении средних показателей альбумина у пациентов трех групп, выяснилось, что на начало исследования средний показатель альбумина у всех больных существенно не отличался и поэтому достоверно значимых различий не выявлено ($p=0,934$). Через три месяца, вышеуказанный показатель, увеличился в 1-й группе на 5,2 г/л и составил 41,4 г/л, во 2-й группе — на 5,7 г/л и составил 42,1 г/л, уменьшился в 3-й на 5,3 г/л и составил 31,0 г/л. Таким образом, показатели альбумина после лечения в основных группах не имели статистически значимых различий ($p=0,088$). Средний показатель альбумина у больных, получавших нутритивную поддержку выше по сравнению с контрольной группой на 10,4 г/л ($p=0,001$). Что касается пациентов получавших нутритивную поддержку и ПНЖК 3-омега, то по сравнению с контрольной группой средний показатель альбумина превышал на 11,1 г/л ($p=0,006$).

Следующий этап исследования связан с расчетом индекса массы тела у респондентов. Известно, что люди одинаковые по росту и весу, независимо от телосложения, имеют одинаковый индекс массы тела. Из полученных результатов исследования, можно сказать следующее, что, не смотря на генерализацию опухолевого процесса, у респондентов участвующих в исследовании до начала лечения лишь 16,6% больных имели кахексию (ИМТ до 16,4) первой группы, 14,2% — второй группы и 15,1% — третьей группы. Пониженного питания, с индексом массы тела от 16,5 до 18,9 было 25,4, 24,4 и 28,3% соответственно.

Результаты исследования показали, что через три месяца в два раза сократилась доля больных с кахексией, как в группе получавших нутритивную поддержку (с 16,6 до 9,8%), так и в группе получавших нутритивную поддержку и ПНЖК 3-омега (с 14,2 до 6,1%). В то же время в контрольной группе количество таких больных сократилось и через три месяца составило 20,7%. Значительные изменения произошли и у больных с нормальной массой тела (ИМТ 19–24,9): в 1-й группе количество пациентов увеличилось на 7,8% и составило 45%, во 2-й — на 6,1% и составило 46,9%. В контрольной группе отмечается обратная тенденция, уменьшение доли пациентов с нормальным весом на 18,9% (на конец исследования их доля составила 18,8%). Таким образом, если до начала исследования не было достоверно значимых различий в весе ($\chi^2=0,378$, $p=0,584$), то через три месяца после проведенного лечения мы имеем статистически значимые различия ($\chi^2=14,02$, $p=0,032$).

Следующим этапом исследования было определение влияния коррекции нутритивного статуса у больных генерализованными формами рака органов пищеварения на качество жизни. С этой целью, проводилась оценка физической активности и способности к самообслуживанию методом анкетирования.

В начале исследования, среди пациентов всех трех групп, не было выявлено достоверно значимых различий физической активности ($\chi^2=2,5$, $p=0,065$). Через три месяца после начала лечения возрастает количество пациентов с нормальной физической активностью в первой группе с 13,7 до 15,6%; во второй с 12,2 до 22,4%, и больных способных самостоятельно посещать поликлинику (незначительное снижение физической активности) с 27,4 до 45,0% и с 28,5 до 42,8% в вышеуказанных группах соответственно. Что касается контрольной группы, то количество пациентов, как с нормальной физической активностью, так и незначительным снижением физической активностью, снизилось с 18,8 до 16,9% и с 24,5 до 18,8% соответственно. Уменьшилось количество пациентов с умеренной сниженной физической активностью (менее 50% проводят

в постели) и со значительной сниженной физической активностью (более 50% проводят в постели) в первой группе с 45,0 до 33,3% и с 11,7 до 3,9%; во второй с 42,8 до 28,5% и с 10,2 до 4,0% соответственно. Доля больных, прикованных к постели, получавших нутритивную поддержку, за период наблюдения не изменилось и составило 1,9%; получавших нутритивную поддержку и ПНЖК 3 омега снизилось с 6,1 до 2%. В контрольной группе отмечается снижение пациентов с умеренно сниженной активностью (с 45,2 до 39,6%) и увеличение количества пациентов, проводящих в постели более 50% (значительное снижение физической активности) с 9,4 до 15,0%, прикованных к постели с 1,8 до 9,4%.

Таким образом, физическая активность достоверно выше у пациентов первой (больные, получавшие нутритивную поддержку) и второй (больные, получавшие нутритивную поддержку и ПНЖК 3 омега) групп ($\chi^2 = 9,8$, $p = 0,002$). Имеется статистически значимые достоверные различия между 1-й и 3-ей группами ($\chi^2 = 9,34$, $p = 0,005$), 2-й и 3-ей группами ($\chi^2 = 11,2$, $p = 0,025$).

При оценке способности к самообслуживанию на начало исследования достоверных различий в группах наблюдения не выявлено ($\chi^2 = 1,34$; $p = 0,85$). Число пациентов с ненарушенным самообслуживанием до лечения составило: в первой группе 15,6%, во второй — 13,6%, в контрольной — 16,5%. Около половины пациентов указывали на то, что у них есть затруднения, но они все делали самостоятельно (49,0%, 48,9%, 47,1% в группах наблюдения соответственно). Каждый третий нуждался в посторонней помощи (33,3%, 32,6%, 30,9% — соответственно). Мало что могли делать самостоятельно или ничего не могли делать без посторонней помощи в первой группе в 5,8 и 1,9%, во второй — в 4,0 и 4,0%, в третьей — в 5,6 и 1,8% соответственно.

Через три месяца, при опросе на оценку способности к самообслуживанию установлено, что в группах получавших нутритивную поддержку и ПНЖК 3 омега число увеличилось число пациентов с ненарушенным и затрудненным самообслуживанием (в первой группе — с 13,7 до 15,6% и с 49,0 до 52,9%; во второй группе — с 10,2 до 12,2 и с 48,9 до 59,1% соответственно), уменьшилось количество пациентов нуждающихся в посторонней помощи (в первой группе — с 33,3 до 25,4%;

во второй — с 32,6 до 24,4%) и лиц мало что делающих самостоятельно (в первой группе — с 5,8 до 3,2%; во второй — с 4,0 до 2,0%). Доля больных не способная делать что-либо без посторонней помощи в группе получавшей, нутритивную поддержку на конец исследования не изменилась и составила 1,9%, а во 2-й группе, получавших нутритивную поддержку и ПНЖК 3 омега уменьшилась с 4,0 до 2,0%. В контрольной группе доля пациентов с ненарушенным самообслуживанием не изменилась (1,5%), с затрудненным и нуждающихся в посторонней помощи уменьшилась (с 47,1 до 41,5% и с 30,1 до 24,5% соответственно). Увеличилось количество пациентов в категории мало, что делающих самостоятельно и утверждающих, что ничего не могут делать без посторонней помощи с 5,6 до 9,4% и с 1,8 до 9,4% соответственно.

Таким образом, при оценке способности к самообслуживанию, через 3 месяца статистически значимых изменений не выявлено ($\chi^2 = 4,0$; $p = 0,405$). Достоверно значимых различий не выявлено и при сравнении 1-й и 3-ей; 2-й и 3-ей ($\chi^2 = 4,06$; $p = 0,398$ и $\chi^2 = 4,0$; $p = 0,398$).

ВЫВОДЫ

1. Применение нутритивного питания и ПНЖК омега — 3 улучшает показатели крови у больных генерализованными формами рака ЖКТ, так через 3 месяца от начала лечения имеются статистически значимые различия средних показателей гемоглобина, общего белка, альбумина, при сравнении с таковыми у больных, получавших только симптоматическое и противоболевое лечение.
2. При сравнении ИМТ до и после проведения нутритивной поддержки и применения жирных кислот установлено, что если на начало исследования не было достоверно значимых различий в весе ($\chi^2 = 0,378$, $p = 0,584$) в группах сравнения, то через три месяца ИМТ достоверно выше в основных группах ($\chi^2 = 14,02$, $p = 0,032$).
3. Учитывая вышеизложенное, можно сделать заключение, что физическое функционирование у пациентов, получавших нутритивную поддержку и ПНЖК 3 омега достоверно выше, чем у больных, получавших только симптоматическое и противоболевое лечение, что благоприятно отразилось на качестве их жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Старинский В.В. и др. Мероприятия по совершенствованию оказания медицинской помощи онкологическим больным // Онкология XXI века — от научных исследований в клиническую практику: материалы VIII съезда онкологов России: в 3-х т. — СПб, 2013. — Т. 1. — С. 197–198.
2. Ганцев Ш.Х. Амбулаторно-поликлиническая онкология / Ш.Х. Ганцев с соавт. // Руководство для врачей. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 448 с.
3. Луфт В.М. Энтеральное клиническое питание в интенсивной медицине: фармаконутриентная характеристика и возможности дифференцированного выбора. — Клиническая анестезиология и реаниматология, 2007. — 4 (5), 24 с.

4. Практические рекомендации по нутритивной поддержке у онкологических больных. / Снеговой А.В., Бесова Н.С., Веселов А.В. и др. // RUSSCO, 2016. — С. 434–450.
5. Современные подходы к периоперационной нутритивной поддержке в онкохирургии. Шестопапов А.Е. Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова, 2016. — С. 5–13.
6. Оценка нутритивного статуса у онкологических больных. Хороненко В.Э., Сергиенко А.Д., Мандрыка Е.А., Ягубян Р.С., Хомяков В.М., Рябов А.Б. Трудный пациент, 2018. — С. 22–26.
7. Дополнительное пероральное питание в составе нутритивной поддержки в онкохирургии. Потапов А.Л. Вестник анестезиологии и реаниматологии № 2, 2020. — С. 64–69.
8. Галушко, О.А. Нутритивная поддержка больных в отделении интенсивной терапии: старые правила и новые возможности / О.А. Галушко // МНС. — 2015. — № 4 (67). — С. 58–62.
9. Кухтинова, Н.В. Нутриционная поддержка септического пациента с исходной кахексией / Н.В. Кухтинова // Вопросы современной педиатрии. — 2011. — Т. 10, № 2. — С. 208–210.
10. Хубутя, М.Ш. Парентеральное и энтеральное питание: национальное руководство / под ред. М.Ш. Хубутя, Т.С. Поповой, А.И. Салтанова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 800 с.
11. Ярощцкий, А.И. Нутритивная поддержка: экономия средств при правильном назначении / А.И. Ярощцкий // Заместитель главного врача. — 2016. — № 8. — С. 16–28.
12. Preoperative immunonutrition and its effect on postoperative outcomes in well-nourished and malnourished gastrointestinal surgery patients: a randomized controlled trial / L.A. Barker, C. Gray, L. Wilson et al. // Eur J Clin Nutr. — 2013.
13. Poor nutritional status of older subacute patients predicts clinical outcomes and mortality at 18 months of follow-up / K. Charlton, C. Nichols, S. Bowden et al. // Eur J Clin Nutr. — 2012. — Nov, 66 (11). — P. 1224–1228.
14. Nutritional Risk, Micronutrient Status and Clinical Outcomes: A Prospective Observational Study in an Infectious Disease Clinic / O.S. Dizdar, O. Baspınar, D. Kocer, et al. // Nutrients. — 2016. — № 8 (3). — P. 124.

© Петрова Ольга Михайловна (foxy1906@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Башкирский государственный медицинский университет

ОСОБЕННОСТИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

FEATURES OF ATRIAL FIBRILLATION IN OBESE PATIENTS IN THE FAR NORTH

I. Ryabaya

Summary. The paper shows the prevalence of obesity in patients with newly diagnosed atrial fibrillation in the Far North setting. The author substantiated the relevance and significance of the topic of the study. The structural and functional indices of the cardiovascular system were evaluated depending on the index of body mass. The frequency of atrial fibrillation recurrence was analyzed depending on the body mass index, the presence of complications of atrial fibrillation was assessed.

Keywords: newly diagnosed atrial fibrillation, obesity, structural and functional indicators of the cardiovascular system, arterial hypertension, paroxysms of atrial fibrillation.

Рябая Ирина Николаевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» (г. Архангельск)
soldik24@yandex.ru

Аннотация. В статье показана распространенность ожирения у пациентов с впервые диагностированной фибрилляцией предсердий в условиях Крайнего Севера. Автором обоснована актуальность и значимость темы исследования. Проведена оценка структурно-функциональных показателей сердечно-сосудистой системы в зависимости от показателя индекса массы тела. Проведен анализ частоты рецидивирования фибрилляции предсердий в зависимости от показателя индекса массы тела, оценено наличие осложнений фибрилляции предсердий.

Ключевые слова: впервые диагностированная фибрилляция предсердий, ожирение, структурно-функциональные показатели сердечно-сосудистой системы, артериальная гипертензия, пароксизмы фибрилляции предсердий.

Введение

Фибрилляция предсердий (далее — ФП) — наиболее часто встречающееся нарушение ритма сердца. Развитие ФП негативно отражается на качестве жизни пациентов и увеличивает риск развития фатальных кардиоваскулярных осложнений. Наблюдается рост случаев возникновения ФП у пациентов с ожирением и избыточной массой тела в анамнезе. в 2010 г. в Европе было зарегистрировано 8,8 млн. случаев ФП, по прогнозам к 2060 г. это число превысит 17 млн. [1]. Жировая ткань имеет гормональную активность, проявляющуюся в способности продуцировать биологически-активные вещества-адипокины, влияющие на процессы ремоделирования сердца [2]. В частности, гормон жировой ткани лептин оказывает значительное влияние на формирование атерогенеза, тромбообразования, эндотелиальной дисфункции [3,4].

На кафедре поликлинической терапии и сестринского дела ФГБОУ ВО СГМУ г. Архангельск проведено обследование 296 пациентов с впервые диагностиро-

ванной формой фибрилляцией предсердий, имеющих в анамнезе артериальную гипертензию.

Цель исследования

Изучить особенности фибрилляции предсердий у пациентов с ожирением в условиях Крайнего Севера.

Критерии включения: документированное наличие ФП. Впервые зарегистрированный пароксизм ФП. Всем пациентам был восстановлен синусовый ритм после первого эпизода ФП.

Критерии исключения: возраст пациента менее 18 лет.

Эпизод ФП возник более 1 года с момента включения в исследование. Постоянная форма ФП. Клапанные пороки сердца (ревматические пороки, а также гемодинамически значимые атеросклеротические клапанные пороки), гипертиреоз, синдром WPW.

Таблица 1. Структурные показатели сердечно-сосудистой системы в различных группах ИМТ

Показатель \ Группы ИМТ	нормальная масса тела (N=53)	избыточная масса тела (N=112)	ожирение 1-й ст. (N=86)	ожирение 2-3-й ст. (N=45)	p
КДР ЛЖ (мм)	48,0 (46,0–54,0)	51,0 (47,0–54,0)	52,0 (47,2–56,0)	52,5 (49,0–54,2)	a=0,684 b=0,209 c=0,195 d=0,722 e=0,627 f=0,988
КСР ЛЖ (мм)	32,0 (29,0–35,0)	33,0 (30,0–36,0)	34,0 (31,0–38,0)	34,5 (32,0–37,0)	a=0,741 b=0,067 c=0,056 d=0,298 e=0,232 f=0,973
ФВ (%)	64,0 (60,0–69,0)	64,0 (58,2–67,0)	62,0 (58,0–65,0)	62,5 (58,0–66,2)	a=0,815 b=0,149 c=0,47 d=0,433 e=0,848 f=0,979
КДР ЛП (мм)	38,0 (35,0–41,0)	40,0 (37,2–44,0)	42,0 (39,0–45,0)	40,5 (38,0–44,2)	a=0,038 b=0,001 c=0,020 d=0,286 e=0,873 f=0,912

Примечания: 1. Признаки представлены как Ме (Q1–Q3). 2. Различия a — между нормальной массой тела и избыточной массой тела; b — между нормальной массой тела и ожирением 1-й ст.; c — между нормальной массой тела и ожирением 2–3-й ст., d — между избыточной массой тела и ожирением 1-й ст., e — между избыточной массой тела и ожирением 2–3-й ст., f — между ожирением 1-й ст. и ожирением 2–3-й ст.

Методы исследования

Проводилось первичное обследование, включающее в себя сбор жалоб, анамнеза, объективное обследование. При включении в исследование всем пациентам произведен расчет ИМТ по следующей формуле:

$$\text{ИМТ}(\text{кг}/\text{м}^2) = \text{вес}(\text{кг})/\text{рост}(\text{м}^2)$$

Инструментальные методы исследования: электрокардиографическое исследование (далее — ЭКГ), эхокардиографическое исследование (далее — ЭХО-КГ) — в начале и в конце исследования.

Изучались структурные параметры сердца: конечно-диастолический размер левого предсердия (далее — КДР ЛП), конечно-систолический размер левого желудочка (далее — КСР ЛЖ), конечно-диастолический размер левого желудочка (далее — КДР ЛЖ), фракция выброса (далее — ФВ). Пароксизмы фибрилляции пред-

сердий регистрировались при выполнении ЭКГ в случае возникновения симптомов, характерных для ФП, бессимптомные формы выявлялись при ежедневном контроле регулярности пульса на лучевой артерии, затем проводилась ЭКГ для подтверждения ФП.

Время наблюдения пациентов 1 год.

Для исключения заболеваний щитовидной железы проводилось исследование гормонов (ТТГ, Т3, Т4), УЗИ щитовидной железы.

Статистическая обработка результатов исследования

Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакетов прикладных программ IBM SPSS for Windows (версия 24.0). Объем выборки определен с помощью программы EpiInfo. С целью описания перемешанных и сравнительного анализа использовались

Таблица 2. Структурные показатели сердечно-сосудистой системы в различных группах ИМТ через 1 год наблюдения

Показатель	Группы ИМТ				p
	нормальная масса тела (N=53)	избыточная масса тела (N=112)	ожирение 1-й ст. (N=86)	ожирение 2–3-й ст. (N=45)	
КДР ЛЖ (мм)	49,0 (45,2–53,0)	49,0 (46,0–53,0)	51,5 (49,0–56,0)	53,0 (51,0–55,2)	a=0,968 b=0,091 c=0,004 d=0,105 e=0,004 f=0,501
КСП ЛЖ (мм)	32,0 (29,0–35,0)	32,0 (30,0–35,0)	34,0 (32,0–37,8)	35,0 (33,0–38,0)	a=0,929 b=0,036 c=0,007 d=0,057 e=0,010 f=0,776
ФВ (%)	63,0 (61,0–67,0)	63,0 (58,0–67,0)	61,0 (57,0–65,0)	61,0 (58,8–64,0)	a=0,917 b=0,085 c=0,225 d=0,157 e=0,403 f=0,998
КДР ЛП (мм)	38,0 (36,0–41,0)	41,0 (38,0–43,0)	42,0 (39,0–44,0)	42,0 (38,8–44,0)	a=0,050 b=0,002 c=0,010 d=0,533 e=0,71 f=1,000

Примечания: 1. Признаки представлены как Me (Q1– Q3). 2. Различия a — между нормальной массой тела и избыточной массой тела; b — между нормальной массой тела и ожирением 1-й ст.; c — между нормальной массой тела и ожирением 2–3-й ст., d — между избыточной массой тела и ожирением 1-й ст., e — между избыточной массой тела и ожирением 2–3-й ст., f — между ожирением 1-й ст. и ожирением 2–3-й ст.

непараметрические методы описательной статистики, распределение количественных данных проверено на нормальность с помощью теста Шапиро-Уилка. Для описания ненормально распределенных данных использовались медиана и межквартильный интервал в формате «Me (Q1 — Q3)». Сравнения трех групп по количественной шкале проводилась на основе непараметрического критерия Краскелла-Уоллеса. Сравнения двух групп по количественной шкале проводилась на основе непараметрического критерия Манна-Уитни. Распространенность ожирения рассчитана в процентах, указан 95% ДИ. Влияния схем лечения артериальной гипертензии на снижение развития повторных пароксизмов ФП было оценено с применением метода множественной логистической регрессии.

Результаты исследования и обсуждения

В исследование включены 296 пациентов, мужчины — 114 (38,51%), женщины — 182 (61,49%). Средний возраст обследованных 69,8 лет. 296 человек (100%) имели в анамнезе артериальную гипертензию.

Более половины пациентов — 196 (66,2%) имели повторные пароксизмы ФП в течение года, у 38 (19,5%) человек установилась постоянная форма ФП.

На основании индекса массы тела (ИМТ) были выделены четыре группы пациентов: нормальная масса тела — 53 человека (17,9%) ИМТ до 25, избыточная

Таблица 3. Распределение пациентов с гипертрофией миокарда левого желудочка в зависимости от массы тела, начало исследования, в абс. знач. и%.

Показатель	Группы ИМТ				p
	нормальная масса тела (N=53)	избыточная масса тела (N=106)	ожирение 1-й ст. (N=82)	ожирение 2–3-й ст. (N=44)	
ГЛЖ	17 (32.1)	53 (50.0)	45 (54.9)	23 (52.3)	a=0,032 b=0,009 c=0,044 d=0,507 e=0,8 f=0,78

Примечание — различия a — между нормальной массой тела и избыточной массой тела; b — между нормальной массой тела и ожирением 1-й ст.; c — между нормальной массой тела и ожирением 2–3-й ст., d — между избыточной массой тела и ожирением 1-й ст., e — между избыточной массой тела и ожирением 2–3-й ст., f — между ожирением 1-й ст. и ожирением 2–3-й ст.

масса тела — 112 человек (37,8%) $25 \leq \text{ИМТ} < 30$, первая степень ожирения-86 человек (29,1%) $30 \leq \text{ИМТ} < 35$ и вторая-третья степень ожирения-45 человек (15,2%) $\text{ИМТ} \geq 35$.

Распространенность ожирения у пациентов с впервые диагностированной формой ФП по данным нашего исследования составила 44,3% (95% ДИ: 38,5; 50,0).

В крупном немецком регистре приводятся данные о распространенности избыточного веса и ожирения у пациентов с ФП, которая составила 25%, [5] в отличие от нашего исследования не у всех пациентов присутствовала артериальная гипертензия в анамнезе.

В исследовании под руководством К.А. Писаревской с участием 104 пациентов с ФП с восстановленным синусовым ритмом у 61,1% пациентов зарегистрировано ожирение. [6]

При включении в исследование всем пациентам выполнена ЭХО-КГ, сравнивались показатели КДР ЛЖ, КСР ЛЖ, ФВ, КДР ЛП, наличие ГЛЖ в группах пациентов с нормальной массой тела, с избыточной массой тела, с ожирением 1-й ст., с ожирением 2–3-й ст.

Полученные результаты приведены в Таблица 1. Группы пациентов различались по параметрам КДР ЛП, показатель достоверно выше в группе с избыточной массой тела — 40,0 (37,2–44,0) мм по сравнению с группой пациентов с нормальной массой тела-38,0 (35,0–41,0) мм, (p=0,038), в группе с ожирением 1-й ст.—42,0 (39,0–45,0) мм по сравнению с группой пациентов с нормальной массы тела (p=0,001) и в группе с ожирением 2–3-й ст.—40,5 (38,0–44,2) по сравнению с группой пациентов с нормальной массой тела (p=0,020). В группах с ожирением 1-й ст. и с ожирением 2–3-й ст.—40,5

(38,0–44,2) мм дальнейшего увеличения КДР ЛП не наблюдалось (p=0,912).

Через 1 год повторно проведен анализ ЭХО-КГ, группы пациентов стали различаться по большому количеству структурных показателей сердечно-сосудистой системы: КДР ЛЖ, КСР ЛЖ, КДР ЛП (Таблица 2). В исследуемых группах наблюдалось достоверное увеличение показателя КДР ЛЖ при сравнении группы с нормальной массой тела и группы с ожирением 2–3-й ст. (p=0,004), а также группы с избыточной массой тела и группы с ожирением 2–3-й ст. (p= 0,004).

Наблюдалось достоверное увеличение показателя КСР ЛЖ при сравнении группы с нормальной массой тела и группы с ожирением 1-й ст. (p=0,036), а также группы с нормальной массой тела и группы с ожирением 2–3-й ст. (p=0,007). Наблюдалось достоверное увеличение КСР ЛЖ при сравнении группы с избыточной массой тела и группы с ожирением 2–3-й ст. (p= 0,010). В исследуемых группах наблюдалось достоверное увеличение КДР ЛП при сравнении группы с нормальной массой тела и группы с избыточной массой тела. (p= 0,05), а также группы с нормальной массой тела и группы с ожирением 1-й ст. (p= 0,002) Наблюдалось достоверное увеличение КДР ЛП при сравнении группы с нормальной массой тела и группы с ожирением 2–3-й ст. (p= 0,010).

Литературные источники подтверждают заключение об увеличении размеров левого предсердия и левого желудочка у пациентов с ФП по мере прогрессирования ИМТ и уменьшении ФВ [7–11].

Проведенное нами исследование показало увеличение количества пациентов с ГЛЖ при возрастании ИМТ от нормальной массы тела-32.1% к избыточной

Таблица 4. Распределение пациентов с гипертрофией миокарда левого желудочка в зависимости от массы тела, повторная ЭХО-КГ, в абс. знач. и%.

Показатель	Группы ИМТ				p
	нормальная масса тела (N=50)	избыточная масса тела (N=102)	ожирение 1-й ст. (N=78)	ожирение 2-3-й ст. (N=44)	
ГЛЖ 2	20 (40.0)	62 (60.8)	50 (64.1)	31 (70.5)	a=0,01 b=0,02 c=0,01 d=0,004 e=0,38 f=0,35

Примечание: различия a — между нормальной массой тела и избыточной массой тела; b — между нормальной массой тела и ожирением 1-й ст.; c — между нормальной массой тела и ожирением 2-3-й ст., d — между избыточной массой тела и ожирением 1-й ст., e — между избыточной массой тела и ожирением 2-3-й ст., f — между ожирением 1-й ст. и ожирением 2-3-й ст.

Таблица 5. Частота повторных пароксизмов фибрилляции предсердий в группах пациентов с различной массой тела, в абс. знач. и%.

Показатель	Группы ИМТ	нормальная масса тела (N=53)	избыточная масса тела (N=106)	ожирение 1-й ст. (N=82)	ожирение 2-3-й ст. (N=44)	Всего

Примечание — Различия значимы a — между нормальной массой тела и ожирением 1-й ст.; b — между нормальной массой тела и ожирением 2-3-й ст.; c — между избыточной массой тела и ожирением 1-й ст.; d — между избыточной массой тела и ожирением 2-3-й ст.

Таблица 6. Влияния схем лечения артериальной гипертензии на снижение развития повторных пароксизмов ФП по результатам множественной логистической регрессии

	Переменная	p	ОШ	ДИ для ОШ	
				Нижняя граница	Верхняя граница
Шаг 1b	иАПФ/сартан+бета-адреноблокатор+ блокатор Са-каналов	0,966	1,00		
	иАПФ/сартан+бета-адреноблокатор+диуретик	0,598	1,260	0,534	2,974
	бета-адреноблокатор+сартан/иАПФ	0,906	1,056	0,429	2,596
	иАПФ/сартан+диуретик	0,820	0,857	0,227	3,233
	иАПФ/сартан+блокатор Са-каналов	0,382	2,143	0,389	11,815
	иАПФ/сартан+блокатор Са-каналов +диуретик	0,970	0,952	0,077	11,787
	иАПФ/сартан	0,919	1,058	0,356	3,144

массе тела-50.0% (p=0,032), от нормальной массы тела к ожирению 1-й ст.—54.9% (p=0,009), при сравнении группы с нормальной массой тела и с ожирением 2-3-й ст.(p=0,044) (Таблица 3).

Через 1 год наблюдения регистрируется увеличение количества пациентов, имеющих ГЛЖ (Таблица 4). ГЛЖ регистрировалась у 20 (40%) пациентов с нормальной

массой тела, 62 (60,8%) пациентов с избыточной массой тела, 50 (64,1%) пациентов с ожирением 1-й ст., 31 (70,5%) пациента с ожирением 2-3-й степени. При возрастании ИМТ от нормальной массы тела к избыточной массе тела происходит достоверное увеличение распространенности ГЛЖ (p=0,01), а также распространенность ГЛЖ увеличивается у пациентов с ожирением 1-й ст. (p=0,02) и ожирением 2-3-й ст. (p=0,01) в сравнении с группой па-

циентов с нормальной массой тела, распространенности ГЛЖ растет от избыточной массы тела к ожирению 1-й ст. ($p=0,004$). Данные других исследований соответствуют, полученным нами выводам. Известно, что ожирение является предиктором формирования ГЛЖ. Жировая ткань способствует формированию воспалительных реакций в миокарде с участием цитокинов, макрофагов М1-типа, фактора некроза опухолей- α , молекул клеточной адгезии, Р-селектина, Е-селектина, запускаются механизмы формирования фиброза что является пусковыми факторами ремоделирования миокарда [12–14]. Кроме того, многие пациенты не достигли целевого АД, несмотря на антигипертензивную терапию, что в свою очередь повлияло на прогрессирование ремоделирования миокарда и увеличение распространенности ГЛЖ [7–11]

В течение 1 года наблюдения у 9 пациентов развились осложнения ФП: у 2 (3,8%) человек из группы с нормальной массой тела (1 человек с транзиторной ишемической атакой (ТИА), 1 человек с тромбоэмболией легочной артерии (ТЭЛА)), у 2 (1,8%) человек из группы с избыточной массой тела (1 человек с ОНМК, 1 человек с ТИА), у 5 (5,8%) пациентов с ожирением (3 человека с ОНМК, 1 человек с ТЭЛА, 1 человек с ТИА).

Различия между группами обнаружены по наличию рецидивирования пароксизмов ФП, причем наименьшая распространенность повторных пароксизмов ФП наблюдается в группе с нормальным весом — 23 (47%) пациента. В группе с избыточным весом число пароксизмов растет, пароксизмы наблюдаются уже в большинстве случаев 68 (64%) человек. В группах с разными степенями ожирения повторные пароксизмы случаются у подавляющего большинства 67 (82%) в группе с первой степенью ожирения и 38 (88%) в группе со 2–3 степенью ожирения (Таблица 5).

Имеющиеся по данной проблеме исследования показывают более высокую распространенность пароксизмов ФП у пациентов с ожирением, что, вероятно, связано с способностью жировой ткани вызывать ремоделирование камер сердца, вследствие развития воспалительной реакции и фиброза [7,10,12,13, 14,18].

Все пациенты, включенные в исследование, имели артериальную гипертензию, в течение времени наблюдения 5 (9,4%) человек с нормальной массой тела достигли целевого уровня артериального давления, 8 (7,1%) человек с избыточной массой тела достигли целевого уровня артериального давления, в группе с ожирением 1-й ст. таких пациентов было 7 (8,1%) человек, в группе с ожирением 2–3-й ст.-2 (4,4%) человека, достоверный различий между группами зафиксировано не было.

Нами проведен многофакторный анализ влияния схем лечения артериальной гипертензии на развитие повторных пароксизмов ФП. Статистически значимых взаимосвязей установлено не было (Таблица 6).

ВЫВОДЫ

1. Частота встречаемости ожирения у пациентов с впервые диагностированной формой ФП в г. Архангельске является высокой и составляет 44,3% (95% ДИ: 38,5; 50,0).
2. С ростом ИМТ у пациентов с ФП в течение 1 года наблюдения произошло достоверное повышение структурных показателей сердечно-сосудистой системы: КДР ЛЖ, КСР ЛЖ, КДР ЛП, увеличилась распространенность ГЛЖ.
3. Повышение ИМТ имело прямую закономерность с увеличением частоты распространенности повторных пароксизмов ФП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Krijthe B.P., Kunst A., Benjamin E.J. et al. Projections on the number of individuals with atrial fibrillation in the European Union, from 2000 to 2060 // *Eur Heart J*. 2013. Vol. 34. P. 2746–51.
2. Han S.H., Quon M.J., Kim J.A., et al. Adiponectin and cardiovascular disease: response to therapeutic interventions // *J Am Coll Cardiol*. 2007. Vol. 49. P. 531–8.
3. Nalliah C.J., Sanders P., Kottkamp H. et al. The role of obesity in atrial fibrillation // *Eur Heart J*. 2016. Vol. 21. Vol. 37(20). P. 1565–72.
4. Fukui A., Takanashi N., Nakada C. Role of leptin signaling in the pathogenesis of angiotensin II-mediated atrial fibrosis and fibrillation // *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2013. Vol. 6(2). P. 402–9.
5. Nabauer M., Gerth A., Limbourg T., et al. The Registry of the German Competence Network on Atrial Fibrillation: patient characteristics and initial management // *Europace* 2009. Vol. 11. P. 423–434.
6. Писаревская К.А. Распространенность ожирения у пациентов с неклапанной персистирующей фибрилляцией предсердий в процессе длительного наблюдения // *Запорожский медицинский журнал*. 2016. № 2(95). С. 16–21.
7. Pathak R.K., Middeldorp M.E., Meredith M., et al. Long-Term Effect of Goal-Directed Weight Management in an Atrial Fibrillation Cohort: A Long-Term Follow-Up Study (LEGACY) // *J Am Coll Cardiol* 2015. Vol. 65. P. 2159–69.
8. Wang T.J., Parise H., Levy D., et al. Obesity and the risk of new-onset atrial fibrillation // *Jama*. 2004. Vol. 24. No. 292(20). P. 2471–7.
9. Avelar E., Cloward T.V., Walker J.M., et al. Leftventricular hypertrophy in severe obesity: interactions among blood pressure, nocturnal hypoxemia, body mass // *Hypertension* 2007. Vol. 49. P. 34–39.

10. Цыпленкова Н.С., Панова Е.И., Жданкина Н.В., Морозова Е.П., Каратаева О.В. Фибрилляция предсердий у больных с ожирением и артериальной гипертензией // Архивъ внутренней медицины. 2015. № 5(25). С. 62–64.
11. Дербенева С.А., Богданов А.Р., Феофанова Т.Б., Залетова Т.С., Голубева А.А., Каганов Б.С., Зейгарник М.В. Особенности функционального статуса сердечно-сосудистой системы у больных с ожирением // Медицинская наука и образование Урала. 2012. № 1. С. 126–129.
12. Wong C. Epicardial fat and atrial fibrillation: current evidence, potential mechanisms, clinical implications, and future direction / C.Wong, A. Ganesan, J. Selvanayagam // Eur. Heart J. 2016. Vol. 38. P. 1294–1302.
13. Fenger-Grøn M., Overvad K., Tjønneland A., Frost L. Lean body mass is the predominant anthropometric risk factor for atrial fibrillation // J. Am. Coll. Cardiol. 2017. Vol. 69. No. 20. P. 2488–2497.
14. Elagizi A., Kachur S., Lavie C.J. et al. An overview and update of obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases. Prog Cardiovasc Dis. 2018. Vol. 61. P. 142–50.
15. Papathanasiou K.A., Giotaki S.G., Vrachatis D.A. et al. Molecular insights in atrial fibrillation pathogenesis and therapeutics: A narrative review // Diagnostics. 2021. Vol.11. P. 1584.
16. Thomas D., Christ T.; Fabritz L. et al. German Cardiac Society Working Group on Cellular Electrophysiology state-of-the-art paper: Impact of molecular mechanisms on clinical arrhythmia management // Clin. Res. Cardiol. 2019. Vol. 108. P. 577–599.
17. Tretter V., Hochreiter B., Zach M.L. et al. Understanding Cellular Redox Homeostasis: A Challenge for Precision Medicine // Int. J. Mol. Sci. 2022. Vol. 23. P. 106.
18. Lawler P.R., Bhatt D.L., Godoy L.C., et al. Targeting cardiovascular inflammation: Next steps in clinical translation // Eur. Heart J. 2021. Vol. 42. P. 113–131.
19. Liberale L., Montecucco F., Schwarz L. et al. Inflammation and cardiovascular diseases: Lessons from seminal clinical trials // Cardiovasc. Res. 2021. Vol. 117. P. 411–422.

© Рябая Ирина Николаевна (soldik24@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ВОЗМОЖНОСТИ ВЕРИФИКАЦИИ ЭТИОЛОГИИ ЭКССУДАТИВНЫХ ПЛЕВРИТОВ НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

POSSIBILITIES OF VERIFYING THE ETIOLOGY OF EXUDATIVE PLEURISY BASED ON MULTIVARIATE MATHEMATICAL MODELING

**N. Smirnova
E. Trishin
L. Shubin**

Summary. This work analyzes a specific set of clinical data collected from a group of patients suffering from pleural effusions of various etiologies. The aim of the work is to develop profiles of patients with exudative pleuritis. Exudative pleuritis is a complication of other pathologies, most often of an inflammatory nature, resulting in the accumulation of fluid in the pleural cavity. In our study, we identified three study groups: nonspecific parapneumonic pleuritis, tuberculous and metastatic pleuritis. In total, we analyzed 352 cases of exudative pleuritis, and 20 cases of the disease with pneumonia caused by coronavirus infection. To analyze these three groups for a number of selected features, we used the methods of mathematical statistics. A set of variables corresponding to the characteristics of each of the three groups was identified. These characteristics are significantly different and form the profile of the patient with exudative pleuritis.

Keywords: exudative pleuritis, exudate, metastatic pleurisy, differential diagnosis, videothoracoscopy.

Смирнова Наталья Юрьевна

Врач-онколог ГБУЗ ЯО «Клиническая онкологическая
больница», г. Ярославль
Tatkabu@mail.ru

Тришин Евгений Валерьевич

Доцент, к.м.н, врач отделения торакальной
хирургии ГБУЗ ЯОКБ, г. Ярославль
yar-torax@rambler.ru

Шубин Леонид Борисович

К.м.н., доцент, кафедра патологической анатомии
ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России, г. Ярославль
LBSH@yandex.ru

Аннотация. В данной работе выполнен анализ определенного набора клинических данных, собранных у группы пациентов, страдающих плевральными выпотами различной этиологии.

Цель работы — разработать профили пациентов с экссудативным плевритом для оптимизации диагностического алгоритма при экссудативном плеврите.

Экссудативный плеврит — это синдром, являющийся осложнением других патологий, чаще всего воспалительного характера, в результате чего происходит накопление жидкости в плевральной полости. В нашем исследовании мы выделили три исследуемых группы: неспецифический парапневмонический плеврит, туберкулезный и метастатический плевриты. Всего нами проанализировано 352 случая заболевания экссудативным плевритом, а также 20 случаев заболевания на фоне вирусной пневмонии вызванной коронавирусной инфекцией. Для сопоставления этих трех групп по ряду отобранных признаков, применяли методы математической статистики. В ходе исследования удалось выявить набор переменных, соответствующий характеристикам каждой из трех групп. Эти характеристики достоверно различаются и формируют профиль пациента с экссудативным плевритом.

Ключевые слова: плевральный выпот, экссудат, метастатический плеврит, дифференциальная диагностика, видеоторакоскопия.

Актуальность проблемы

Распространённость экссудативных плевритов в общей популяции продолжает изучаться многими авторами. Такие работы имеют важное значение, так как дают возможность представить масштабы проблемы и оценить нуждаемость в ней пациентов. По данным Всемирной организации здравоохранения

экссудативными плевритами страдают около 3,8% населения в различных регионах земного шара. [2,3, 5,6,7,9,10,12] В нашей стране в общей структуре оказания медицинской помощи в терапевтических стационарах это заболевание составляет от 2,7 до 10% и встречается во всех возрастных группах. [1,2,3] Так, к примеру, согласно данным специальной литературы распространённость туберкулезного плеврита состав-

ляет до 30% от общего числа пациентов страдающих этим заболеванием. [2,6,9,12] Таким образом, проблема экссудативных плевритов лежит намного глубже поверхностных представлений о ней и имеет важное медико-социальное значение. [1,2,3,6,8,9,11,12,13]

При этом, совершенствование методов диагностики этиологической природы плевральных экссудатов на ранней стадии болезни в максимально кратчайшие сроки является важнейшей задачей, которая стоит перед медицинской службой. Прежде всего, вопросы диагностики ложатся на плечи врачей общего профиля: терапевтов, хирургов, врачей общей практики, которые первыми сталкиваются с этими пациентами, и от выбора ими оптимальной тактики и формирования потоков маршрутизации, напрямую зависит дальнейшее развитие заболевания у пациента. [1,2,4,5,7,8, 9,10, 13]

Цель работы

Выявление значимых сходств и различий в исследуемых нами группах пациентов с экссудативным плевритом и разработка для них профилей пациента.

Задачи исследования

Задача № 1. Сопоставить между собой три группы пациентов для выявления достоверных различий между ними.

Задача № 2. Путём анализа зависимостей установить значимые взаимосвязи между выделенными переменными, для того чтобы исключить случайность полученных различий.

Задача № 3. Провести кросс-проверку отобранных переменных для выявления, достоверно значимых.

Задача № 4. Построить профиль пациента для каждой из групп, проводя профильную оценку по результатам факторного анализа.

Материалы и методы

Всего проанализировано 1500 историй болезни пациентов с наличием выпота в плевральной полости, пролеченных в условиях торакальных отделений Ярославской областной онкологической больницы и областной клинической больницы в течение 8 лет, из них отобрано для исследования 352 случая заболевания экссудативным плевритом. Нами прослежены этапы оказания медицинской помощи от момента первого обращения до постановки диагноза.

Проведена систематизация материала: группировка по интересующим признакам и разделение на 3 группы, с целью изучения сходств и различий между этими группами:

Группа № 1 — плеврит, возникший на фоне воспалительных изменений ткани легкого (парапневмонический)- 119 случаев;

Группа № 2 — плеврит метастатического характера — 189 случаев;

Группа № 3 — плеврит туберкулезной этиологии — 38 случаев.

На основании собранных материалов сформирована база данных, которой присвоено название «База данных пациентов с экссудативным плевритом,

пролеченных в ГБУЗ ЯО «Клиническая онкологическая больница и ГБУЗ ЯО Клиническая больница за период с 2009 по 2017 год» (база данных зарегистрирована Федеральной службой по интеллектуальной собственности 15.02.2021г).

Кроме того, была сформирована и включена в исследование ещё одна база данных, получившая название: «База данных пациентов с коронавирусной пневмонией, осложнённой плевральным выпотом». Проанализированы 250 историй болезни пациентов с двусторонними интерстициальными пневмониями за 2020 год, осложненными плевральными экссудатами. Из них отобраны, систематизированы и представлены в виде базы данных лишь 30 случаев, с подтвержденным (с помощью ПЦР- диагностики ДНК коронавируса) диагнозом новой коронавирусной инфекции COVID-19 и подошедших по исследуемым параметрам, сформулированным ранее для основной базы данных.

Критериями включения пациентов в исследование служили:

- ◆ все плевральные выпоты, носившие характер экссудативных.

Критерии исключения, не позволяющие включить пациента в дальнейшее исследование, были следующие:

1. посттравматический характер плеврита;
2. выпот транссудативного характера, развившийся на фоне декомпенсации хронических заболеваний внутренних органов: сердечно — сосудистых, нарушений обмена, заболеваний почек и печеночной недостаточности и других;
3. выпоты гнойного характера (гнойный плеврит, эмпиема).

Для каждой из нозологий этапность имеет свои особенности и критические точки принятия решения для выбора тактики диагностического поиска. Например, для:

- ◆ туберкулезных плевритов критической точкой будет являться высеивание культуры микобактерий;
- ◆ плевритов метастатической природы — это цитологический анализ жидкости с выявлением в нем атипичных клеток или очагового образования в лёгком;
- ◆ неспецифического плеврита — симптомы, патогномоничные для воспаления легочной ткани: наличие влажных хрипов при аускультации над пораженным участком легкого, выявление участка инфильтрации легочной ткани на рентгенограмме.

Результаты

Полученные результаты исследования мы регистрировали в специально разработанных таблицах и кодировали для дальнейшей компьютерной обработки. Компьютерную обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Microsoft Excel. Данные были обработаны при помощи пакета статистических программ STATISTICA (Data analysis software system, Statsoft, Inc. 2014г) версия 10.0.

Мы использовали методы математической статистики для поиска статистически значимых связей и различий в трех группах пациентов с целью выявления индивидуальных закономерностей для каждой из групп.

Затем, на основании полученных данных мы разрабатывали профили пациентов с экссудативными плевритами, согласно изучаемым нозологиям с целью их практического использования для выбора оптимальной лечебной тактики.

В результате исследования выработали две лечебные тактики:

- ◆ консервативное ведение пациента;
- ◆ хирургический метод (лечебно — диагностическая видеоторакоскопия).

Для решения задачи № 1 сопоставляли исследуемые группы для того, чтобы найти и выделить переменные, различающиеся между собой.

Достоверность различий оценивалась с помощью параметрических и непараметрических тестов, в ходе работы мы сравнивали между собой три выделенные нами группы: неспецифический плеврит, туберкулезный и метастатический плевриты.

На следующем этапе было принято решение о необходимости проверки гипотез. Для этого первичная база данных была разделена на составляющие, выполнен отбор первичных данных из выборки, согласно нашим представлениям и ожидаемым результатам, которые мы хотим получить. Проведена проверка гипотез и вычислен p - уровень значимости, p оказался меньше 0,05, что говорит о том, что проверка статистической гипотезы верна.

В результате анализа данных получилось, что из изучаемых 56 признаков, 20 из них достоверно различались.

Для решения задачи № 2 провели анализ зависимостей и вычислением коэффициента корреляции Kendall Tau выявили достоверные взаимосвязи изучаемых признаков, таких признаков было 23.

После того, как было произведена сравнительная оценка по исследуемым группам показателей, было получено представление о математическом разложении достоверно различающихся частот.

Для решения задачи № 3 проводили редукцию данных путём сопоставления значимых корреляций и различий с помощью кросс — проверки. Прибегая к многомерному математическому моделированию, пытаемся решить какие переменные дают нам достоверное сходство и достоверное различие и сопоставить их, для того чтобы опираться на эти переменные при выборе тактики лечения.

С целью проверки устойчивости полученной модели была выполнена кросс- проверка выявленных зависимостей. В ходе кросс- проверки анализом зависимости количество выделенных переменных существенно уменьшилось, совпали только 17 переменных. Все остальные переменные не продемонстрировали достоверных корреляционных взаимодействий.

При решении задачи № 4 на основании полученных данных в ходе кросс — проверки мы построили профили пациентов с неспецифическим воспалительным плевритом, туберкулезным и метастатическим плевритом. Для каждого профиля характерно индивидуальное распределение данных, для того чтобы узнать это распределение мы выполняли кластерный анализ.

Многомерный математический анализ

Результат совокупной оценки представлен в виде дендрограммы — ветвистого древовидного графика, в которой переменные объединяются и упорядочива-

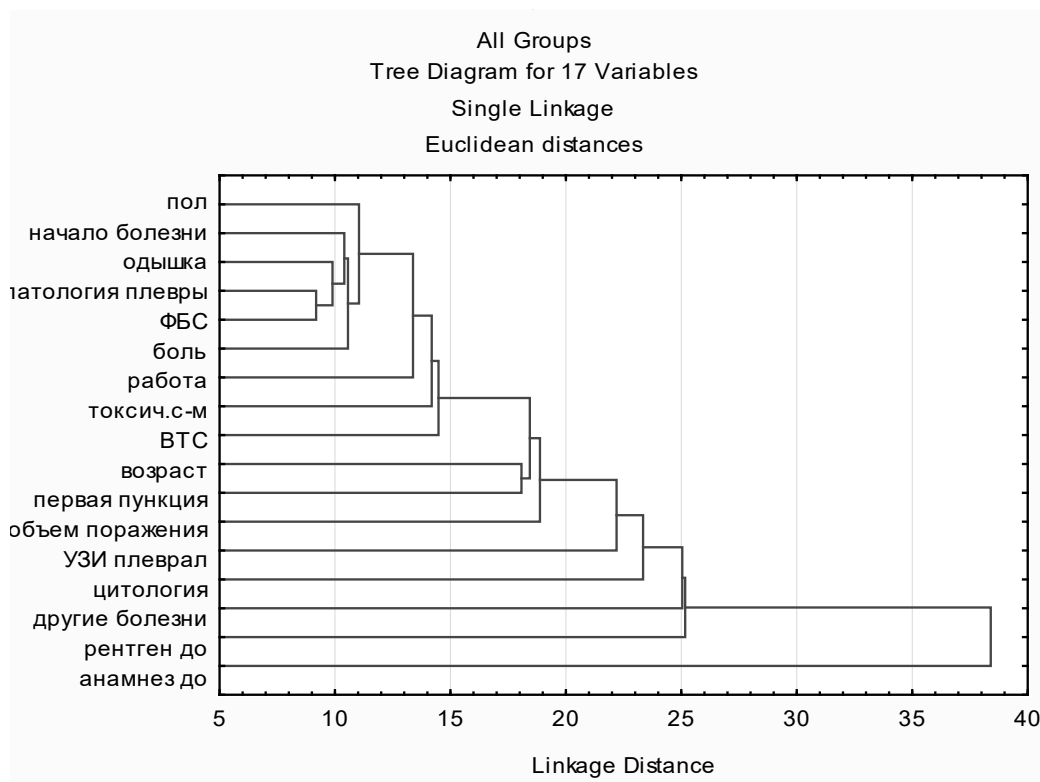


Рис. 1. Дендрограмма для всех групп.

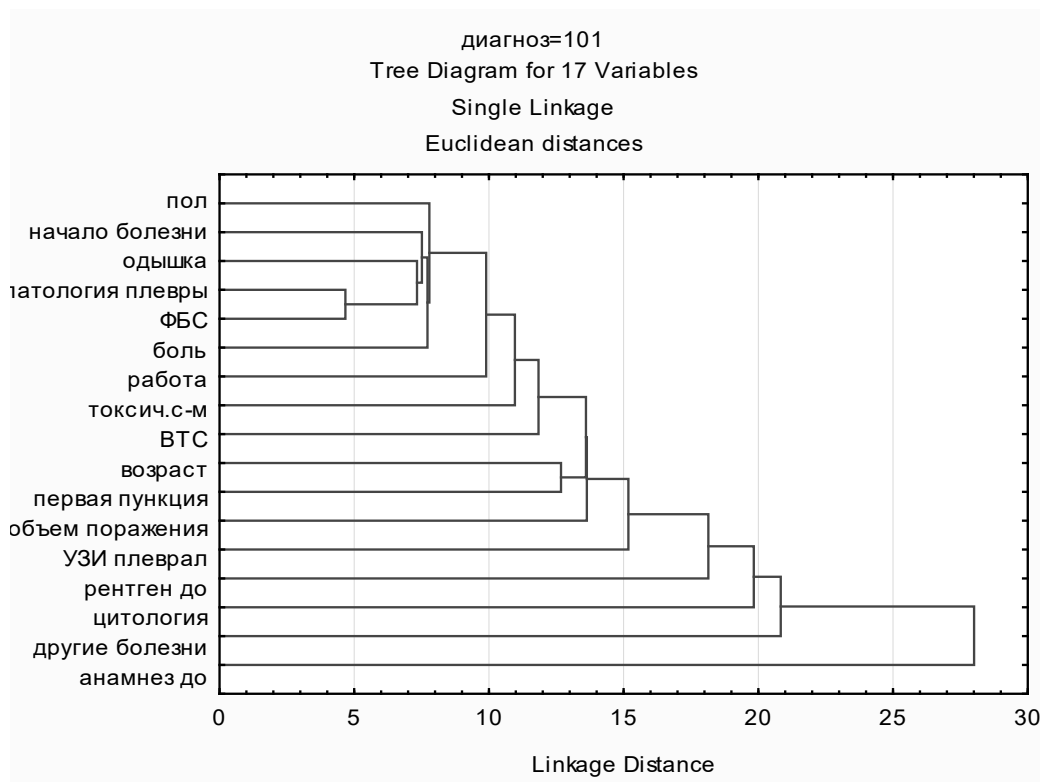


Рис. 2. Дендрограмма для неспецифического плеврита.

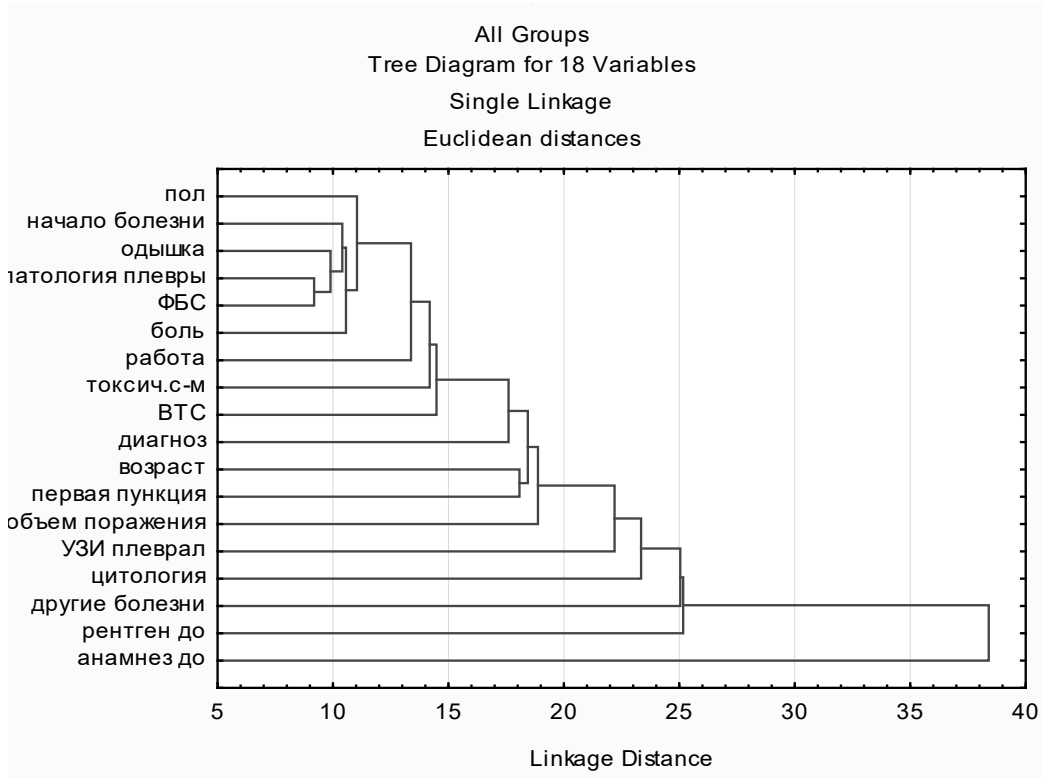


Рис. 3. Дендрограмма для всех групп с добавлением переменной диагноз.

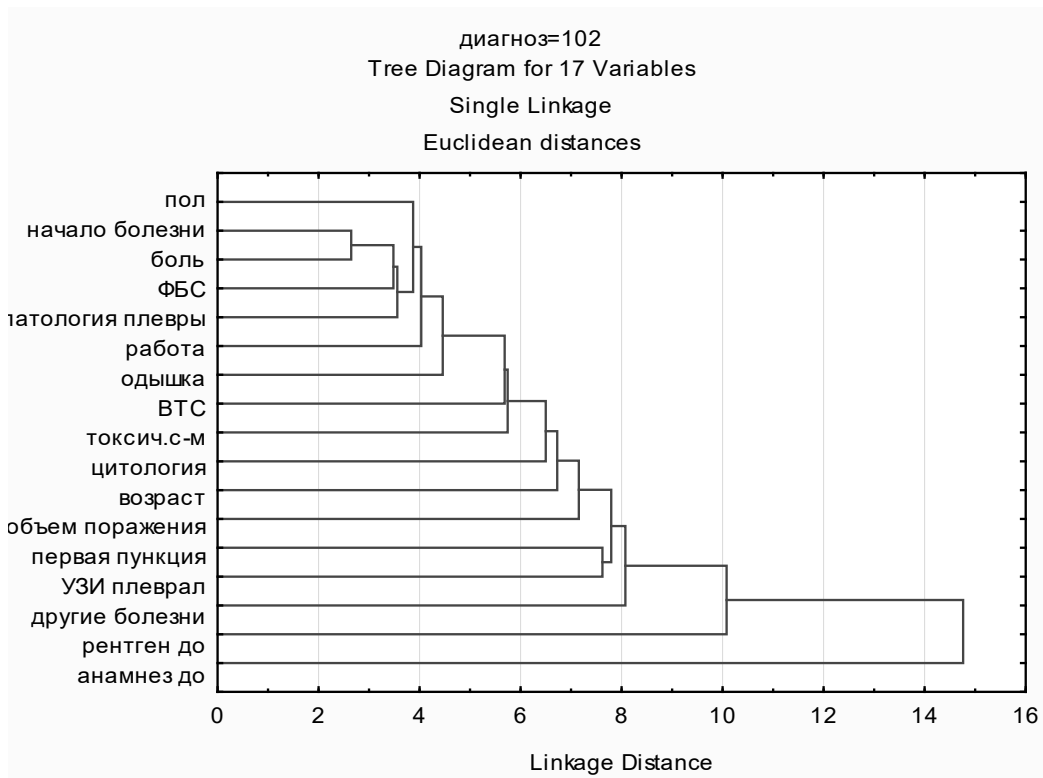


Рис. 4. Дендрограмма для метастатического плеврита.

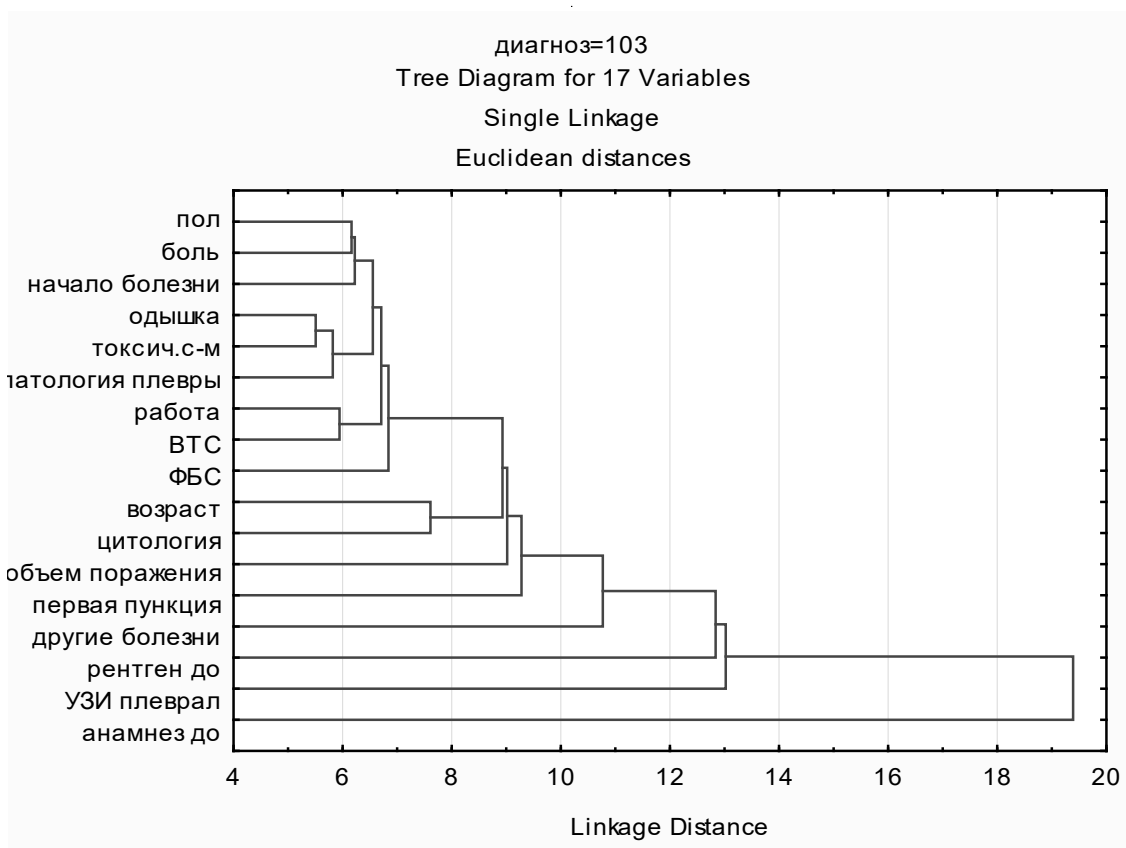


Рис. 5. Дендрограмма для туберкулёзного плеврита.

ются в сравнительно однородные классы на основе попарного сравнения, то есть в кластеры. На первом шаге математического анализа путём перебора всех пар переменных определяется пара наиболее близких переменных, которые объединяются в первичный кластер. Далее к первичному кластеру на каждом последующем шаге присоединяется ближайший к нему кластер и так далее пока не перебираются все кластеры и не объединяются в один большой кластер.

Все переменные, включенные в анализ, являются характеристиками, которые мы изучаем в нашем исследовании и их распределение индивидуально в каждой исследуемой группе. Распределение переменных на дендрограмме связано с каждым типом исследуемой патологии, индивидуально для воспалительной группы, туберкулёза и рака, и по взаимоотношению этих переменных в формировании кластеров все группы различаются между собой. Распределение этих переменных, их взаимосвязи и особенности формирования кластеров хорошо можно проследить на дендрограммах. При оценке характера распределения изучаемых признаков, отраженных на дендрограммах, мы смогли хорошо продемонстрировать эти отличия в виде таблиц и графиков.

При анализе дендрограммы для всех групп (all) и для каждой из трёх в отдельности (воспаление, рак и туберкулёз) и сравнении их между собой мы выявили следующие кластеры и особенности их формирования. На первом шаге кластерного анализа из всех пар объектов определялась пара наиболее близких переменных, которые объединяются в первичный кластер.

В нашем кластерном анализе мы использовали метод одиночной связи (SingleLinkage), который заключался в поиске двух наиболее близких объектов, присоединяющихся друг к другу и присоединяя каждый последующий к ближайшему образуя небольшое число крупных кластеров, которые в итоге, формируют один большой кластер. Этапы формирования кластеров мы сформировали в таблицу по каждой из исследуемых групп.

В группе all на первом месте (кластер № 1,) (рис. 1), как наиболее значимые находятся такие переменные, как «патология плевры» и «ФБС» (фибробронхоскопия).

На рисунке 2 (Рис. 2) представлена дендрограмма, сформированная для неспецифических воспалительных плевритов. Таким образом, видно, что наиболее

значимыми в группе неспецифических воспалительных плевритов, как и для всей выборки в целом (основной процент которой составляет группа воспалительных плевритов в том числе); наиболее важное значение в диагностике приобретают такие переменные как патология плевры и ФБС, а так же набор переменных, достоверно связанных с ними от 1 до 7 кластера, и только на этом этапе присоединяется видеоторакоскопия. Можно утверждать, что уже на этапе до внедрения видеоторакоскопии мы имеем определенный набор переменных, которые характеризуют профиль пациента с неспецифическим экссудативным плевритом.

На рисунке № 3(Рис.3) представлена дендрограмма общая для всех групп, после включения переменной «диагноз». Внедрение переменной «диагноз» в кластерный анализ позволяет сориентироваться в точке разделения кластеров «прилежащих» и «отлежащих». Несимметричное нахождение переменной «диагноз» является косвенным признаком, указывающим на необходимость дальнейшей углублённой диагностической процедуры отдельно по каждой из нозологий.

На рисунке № 4(Рис.4) представлена дендрограмма для метастатических плевритов. Дендрограмма при онкопатологии имеет некоторое сходство с первыми двумя изучаемыми группами (общей для всех групп и для воспалений), но имеет и значительные различия.

Таким образом, мы можем констатировать что для группы метастатических плевритов на первом месте находятся переменные «характер начало болезни» и «болевого синдром», что разительно отличает эту группу от других, исследуемых нами. При этом видеоторакоскопия играет роль только в 7 кластере, и мы опять имеем набор переменных для диагностикума профиля, на этот раз больного онкопатологией.

На рисунке № 5 (Рис. 5) — дендрограмма для туберкулёзного плеврита. Дендрограмма в группе туберкулёза абсолютно не похожа ни на одну из сформированных в других группах. Таким образом, мы видим, что в группе туберкулёзных плевритов на первом месте находятся переменные под названием «половая принадлежность пациентов» и «болевого синдром», а вот видеоторакоскопия появляется уже в 5 кластере, значительно раньше чем в других группах, что говорит о большей важности этого метода диагностики для этой группы пациентов при формировании профиля больных туберкулёзным плевритом.

Обсуждение полученных результатов

В современных публикациях на тему диагностики и лечения экссудативных плевритов, большое внима-

ние отводится инвазивным методам, в частности видеоторакоскопии с биопсией плевры. Большинство работ по этой теме, посвящены роли видеоторакоскопии, а так же технике её выполнения и сопутствующих уточняющих методов (например флуоресцентной внутриплевральной диагностике).

Новизна нашей работы в том, что мы собираемся выявить этиологическую природу плеврита на доинвазивном этапе, для того чтобы оставить инвазивный этап только для метастатической природы плеврита, отсекая случаи неспецифики и туберкулёза.

На основании произведенного нами анализа данных, мы можем сказать, что в каждом случае экссудативного плеврита нами выявлены отдельные признаки, позволяющие с большей долей вероятности спрогнозировать группу в которую будет отнесен пациент. Говоря о дифференциальной диагностике этиологии плевральных выпотов и опираясь на схожесть групп по набору оцениваемых переменных, но различных по структуре симптомокомплексов изучаемых процессов мы получили возможность более детально разграничить пациентов прошедших разработанный нами скрининг, и подошли к возможности дифференциальной диагностики трех нозологий, то есть к формированию профиля пациента.

При общем для всех распределении переменных, по которым шла оценка, в результате кластерного анализа установлено что, исследуемые группы достоверно отличаются друг от друга, при этом степень различий довольно высока.

Выводы

1. При использовании метода математического моделирования, выявлено, что исследуемые группы имеют значительные отличия, что проявляется неодинаковым расположением переменных при формировании кластеров в дендрограммах и неодинаковым составом кластеров.
2. В результате использования кластерного анализа удалось детально разграничить пациентов с экссудативным плевритом по трем нозологиям (неспецифический, туберкулёзный, онкологический плеврит) и сформировать профили пациентов.
3. Установлено, что для дальнейшей верификации этиологии процесса на этапе первичного диагностикума необходимо использование сложных методов выявления скрытых зависимостей, а именно дискриминантного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чарышкин Алексей Леонидович, Кузьмина Екатерина Андреевна, Хуснутдинов Булат Илгизярович, Тонеев Евгений Александрович, Мидленко Олег Владимирович, и др. «Методы лечения резистентного экссудативного плеврита» Ульяновский медицинский вестник 2020г № 1 стр. 22–30.
2. С.А. Плаксин, Л.И. Фаршатова «Диагностические и лечебные возможности видеоторакоскопии при плевральных выпотах различной этиологии», Пермский медицинский журнал, том 34, № 2, 2017г, стр 20–26.
3. Шамсутдинова Н.Г., Дьякова Е.В., Ильинский В.И., Мингазова Л.И., Спиридонова Н.С. «Трудности дифференциальной диагностики плеврита. Клинический пример.» Практическая медицина 2015г том 2, стр 171–173.
4. Титов К.С., Киселевский М.В., Шубина И.Ж., Михайлова И.Н. «Роль биотерапии в лечении больных с метастатическими плевритами, асцитами и перикардитами» Российский биотерапевтический журнал, 2016 г.
5. Maturu V.N., Dhooria S., Bal A. et al. Role of medical thoracoscopy and closed-blind pleural biopsy in undiagnosed exudative pleural effusions: a single-center experience of 348 patients // Bronchology Interv Pulmonol., 2015, vol.22(2), p.121–9.
6. Lee J., Lim J.K., Lee S.Y. et al. Neutro-philic Loculated Tuberculous Pleural Effusion: Incidence, Characteristics and Differentiation From Complicated Parapneumonic Effusion // Am J Med Sci. 2016, vol.351(2), p.153–9.
7. «The diagnostic role of video- assisted thoracoscopic surgery in exudative pleural effusion and follow- up results in patients with nonspecific pleuritis», Jornal of Pakistan Medical Association, Funda Arkin, Turkey. 2019 Г., Том 69, Выпуск 8.
8. «Effectiveness of Video-Assisted Thoracoscopic Surgery in Undiagnosed Exudative Pleural Effusions.» Dadaş E, Erdođdu E, Турок Торак Дж. 2019 Июль; 20 (3): 188–191.
9. «The role of thoracoscopic biopsies in the diagnosis of pleural tuberculosis.» Haralsingh A Rawlins R, Respiratory Medicine Case Reports, Volume 27, 2019 г.
10. «Investigating unilateral pleural effusions: the role of cytology.» Arnold DT, De Fonseka D, European Respiratory Journal 2018 г.
11. Skouras V.S., Magkouta S.F., Psallidas I. et al. Interleukin-27 improves the ability of adenosine deaminase to rule out tuberculous pleural effusion regardless of pleural tuberculosis prevalence // Infect Dis, 2015, vol.47(7), p.477–83
12. Pleural tuberculosis: A concise clinical review. Shaw JA, Irusen EM, Diacon AH, Koegelenberg CF. Clin Respir J. 2018 May;12(5):1779–1786.
13. Modern aspects of treatment for exudative pleural of tumoral genesis. Kolesnik AP, Kajoyan AV, Kuzmenko VA. Klin Khir. 2016;(11):71–3.

© Смирнова Наталья Юрьевна (Tatkabu@mail.ru),

Тришин Евгений Валерьевич (yar-torax@rambler.ru), Шубин Леонид Борисович (LBSh@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЦИОНАЛЬНАЯ ТАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХИМИОТЕРАПИИ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

RATIONAL TACTICS FOR THE USE OF NUTRITIONAL SUPPORT WITH CHEMOTHERAPY: A LITERATURE REVIEW

V. Sulyagina

Summary. Malnutrition plays a key role in increasing the severity of cancer. However, the relevance of this problem is often underestimated, and the assessment of such disorders is rarely used in everyday clinical practice, which has a significant negative impact on the outcome of patient treatment. During the analysis of the articles, it was found that preventive personalized approaches developed depending on the type of malignant neoplasm and the primary stage of its treatment can positively affect not only the course of the disease, but also the effect of the ongoing drug treatment. However, further research is needed to investigate the impact of nutritional interventions on outcomes in patients receiving chemotherapy.

Keywords: nutritional support, chemotherapy, concomitant therapy.

Сулягина Валерия Сергеевна

Аспирант, Институт клинической медицины,
«Первый Московский государственный медицинский
университет им. И.М. Сеченова
(Сеченовский Университет)»
lersul@mail.ru

Аннотация. Нарушения питания играют ключевую роль в усилении тяжести течения онкологического заболевания. Однако актуальность этой проблемы часто недооценивают, и оценка подобных нарушений редко применяется в повседневной клинической практике, что оказывает существенное негативное влияние на исход лечения пациентов. Во время анализа статей было обнаружено, что превентивные персонализированные подходы, разработанные в зависимости от типа злокачественного новообразования и первичного этапа его лечения, могут положительно повлиять не только на течение болезни, но и на эффект от проводимого лекарственного лечения. Однако необходимы дальнейшие исследования, изучающие влияние вмешательств, связанных с питанием, на результаты лечения пациентов, получающих химиотерапию.

Ключевые слова: нутритивная поддержка, химиотерапия, сопутствующая терапия.

Введение

Онкологические заболевания являются одной из основных причин смертности в мире. На европейский регион, включая Россию, приходится почти четверть случаев всех онкологических патологий, несмотря на то что, проживает в Европе всего одна десятая часть мирового населения [1]. В 2020 году в мире было зарегистрировано более 4 миллионов новых случаев злокачественных новообразований и порядка 2 миллионов смертей от них. Совокупный риск возникновения онкологических заболеваний в возрастной категории до 75 лет составляет 31% для мужчин (1 из 3 мужчин) и 24% для женщин (1 из 4 женщин), в то время как соответствующий риск смерти от злокачественных новообразований составляет 15% для мужчин (1 из 7 мужчин) и 9% для женщин (1 из 11 женщин) — то есть рак поражает мужчин в большей степени, чем женщин. 53% (2,1 миллион) новых случаев смертей от рака приходится на женщин и 55% (1,1 миллион) — на мужчин. Онкологические заболевания также непропорционально часто возникают у пожилых людей: 60% новых диагнозов и 73% смертей приходит-

ся на лиц в возрасте 65 лет и старше, 34% и 25% — у людей в возрасте 45–64 года и 7% и 3% у людей моложе 45 лет [2].

В настоящее время существует множество различных методов лечения онкологических заболеваний. В целом их можно разделить на три большие группы — хирургическое, лучевое и лекарственное лечение (включая множественно подгрупп последнего), а также их комбинации в зависимости от локализации и стадии опухолевого процесса.

Хирургическое лечение является методом выбора при лечении местнораспространенных форм онкологических заболеваний, особенно тех, которые устойчивы к действию химиотерапевтических препаратов. Однако хирургическое лечение как единственная опция не приводит пациентов к большим значениям пятилетней выживаемости. Так, например, Ishihara S и соавторы, изучая пятилетнюю выживаемость больных раком желчевыводящих путей в Японии, пришли к выводу, что в случае использования только хирургии она составила 39,8% для рака желчного пузыря, 24,2% для прокси-

мальной холангиокарциномы, 39,1% для дистальной холангиокарциномы и 61,3% для рака фатерова сосочка [3].

Именно поэтому в последнее время совместно с хирургическим лечением применяют также и лекарственное (химиотерапевтическое, гормональное, таргетное или иммунотерапию) — в неоадьювантном (предоперационном), периоперационном или адьювантном (постоперационном) режиме, улучшая показатели выживаемости пациентов.

Химиотерапевтическое лечение, воздействуя на все процессы в организме пациента, не только способствует остановке роста и разрушению опухоли, но и дополнительно вызывает побочные эффекты, которые встречаются у пациентов с разной степенью выраженности.

Так, например, анемия у онкологических больных по-прежнему является актуальной проблемой, влияющей как на соматический статус пациента, так и на его качество жизни. Анемию можно разделить на две важные формы: (1) анемия, возникающая как побочный эффект, связанный с токсическим эффектом противоопухолевого лечения («анемия, вызванная химиотерапией»), и (2) анемия, возникающая как проявление самого заболевания, «анемия, связанная с раком», появляющаяся как результат системных процессов и активации иммунной системы при онкологическом заболевании [4]. К локализациям, наиболее часто связанным с развитием анемии, относятся рак легких, рак желудочно-кишечного тракта и рак яичников. В некоторых наблюдательных исследованиях отмечено, что анемия может способствовать прогрессированию заболевания, снижать пятилетнюю выживаемость, повышать риск летального исхода, и, что наиболее важно, снижать ответ на, собственно, химиотерапию [5]. Это происходит потому, что собственное действие анемии заключается в усилении гипоксии в микросреде опухоли, что приводит к усилению роста опухоли и как следствие, инвазии тканей и метастазированию за счет устойчивости к лучевой терапии и химиотерапии.

Среди других побочных эффектов химиотерапии можно выделить нефротоксичность. Химиотерапевтические средства могут влиять на любой элемент нефрона, что приводит к появлению клинических симптомов, таких как протеинурия, гипертензия, гломерулонефрит, острый и хронический интерстициальный нефрит и острая почечная недостаточность. Многочисленные почечные осложнения, связанные с лекарствами, не имеют четко определенного патогенетического механизма их развития, что затрудняет разработку стратегий для предотвращения или минимизации их появления [6, 7].

Сердечно-сосудистая токсичность как результат химиотерапии связана с клинически значимыми побочными эффектами, являющимися основной причиной смертности среди людей, находящихся в ремиссии после лекарственного лечения онкологического заболевания — например, рака молочной железы. Риск смертности от сердечно-сосудистых заболеваний после химиотерапевтического лечения в 1,9 раза выше у людей, переживших рак молочной железы, чем среди населения в целом [8].

Наконец, потеря веса, кахексия и анорексия, связанные с онкологическим заболеванием и проводимым по этому поводу химиотерапевтическим лечением, также является очень частым явлением. Например, в общей сложности 80% пациентов с диагнозом рака головки поджелудочной железы имеют установленную потерю массы тела во время постановки диагноза [9], при этом до 40% больных теряют вес еще более чем на 10% в течение шести месяцев после постановки диагноза. Кахексия является признанным маркером недоедания и связана с плохим прогнозом заболевания.

Определение синдрома анорексии-кахексии онкологических больных (САКОБ). Патогенез развития синдрома.

Прежде чем определить с точностью термин «синдром анорексии-кахексии онкологических больных» (САКОБ), необходимо в первую очередь определить термины «кахексия» и «анорексия» по отдельности.

Раковая кахексия — это многофакторный синдром, характеризующийся прогрессирующей потерей скелетной мышечной массы, а также истощением жировой ткани, системным воспалением и другими метаболическими аномалиями, приводящими к функциональным нарушениям [10]. Это сложное системное заболевание, включающее в себя несколько метаболических путей в разных тканях и органах [11]. Кахексия встречается у 80% онкологических больных, признана прямой причиной снижения качества жизни, приводит к смертельному исходу в 20% случаях, ограничивает терапевтические возможности для пациентов. Конкретная этиология и причины кахексии сложны и понятны лишь частично. Следовательно, очень трудно объективно оценить кахексию, особенно на ее начальной фазе.

Заболеваемость раковой кахексией варьирует в зависимости от типа опухоли — у пациентов с раком желудка или поджелудочной железы заболеваемость составляет более 80%. Почти 50% пациентов с раком легких, предстательной железы или толстой кишки также испытывают симптомы кахексии. Рак поджелудочной железы является типом опухоли, при котором раковая

кахексия встречается чаще всего, поскольку потеря возможности производства инсулина представляет собой дополнительную проблему, которая усугубляет кахексию [12].

Важно отметить, что химиотерапия и лучевая терапия могут способствовать развитию кахетического синдрома [11]. Например, цисплатин способен вызвать истончение мышц путем активации сигнального пути ядерного фактора-каппы В (NF-κB), связь которого с кахексией была убедительно доказана [13, 14].

Воспаление является основным фактором кахексии, влияющим на функцию нескольких тканей, включая скелетные мышцы, жир, мозг и печень. В 1985 году группа Cerami доказала, что циркулирующие медиаторы могут вызвать кахексию, идентифицируя фактор некроза опухоли альфа (TNF-α). TNF-α оказывает прямое катаболическое воздействие на скелетную мышцу, активируя путь NF-κB и индуцируя убиквитин-опосредованную деградацию протеасом (UPR) мышечного белка [15]. Кроме того, TNF-α способствует накоплению нейтрофилов и макрофагов в скелетных мышцах.

Связь интерферона-гамма (IFNγ) с кахексией все еще не ясна, но исследования показали, что IFNγ может синергизироваться с TNF-α для стимуляции истощения мышц [16].

Концентрация интерлейкина-1 (IL-1) в сыворотке крови увеличивается у кахетичных пациентов, но его роль в истощении тканей остается предметом споров [16]. А вот провоспалительный цитокин интерлейкин-шесть (IL-6) встречается в высоких уровнях у пациентов с кахексией и коррелирует с потерей веса [17, 18]. IL-6, как полагают, вызывает активацию воспалительных и катаболических путей, что приводит к подавлению синтеза белка в мышечных клетках [19].

Повышенный уровень интерлейкина-8 (IL-8) в сыворотке крови был связан с потерей веса и значительно коррелировал с кахексией у пациентов, больных раком поджелудочной железы [20].

Потеря скелетной мышечной ткани является ключевой особенностью раковой кахексии и одновременно ее наиболее изученным аспектом [21]. Мышцы являются источником аминокислот, которые могут быть высвобождены для производства энергии во время катаболических процессов. Мышечный гомеостаз поддерживается балансом между синтезом и деградацией мышечного белка. Когда происходит чрезмерная деградация белка и/или снижение синтеза белка, дисбаланс может вызвать истощение мышц и кахексию [22]. Истощение скелетных мышц включает в себя несколько молекулярных измене-

ний, все из которых связаны с воспалением, белковым метаболизмом, апоптозом и снижением регенерации тканей.

Обычно скелетная мышца регенерируется путем активации и дифференцировки специфических стволовых клеток, известных как спутниковые клетки [23]. Однако у пациентов с раковой кахексией дифференцировка этих клеток нарушается [21]. Кроме того, нарушенная регуляция синтеза белка и стимуляция его деградации могут быть результатом снижения доступности аминокислот [24]. Для своего развития опухолевым клеткам требуются аминокислоты, в частности глутамин, что приводит к низкому уровню циркуляции глутамина в организме и распаду белка скелетных мышц для высвобождения аминокислот из мышечных клеток [25].

Помимо скелетных мышц, важной мишенью при раковой кахексии является и сердечная мышца, и потеря массы тела часто сопровождается ее истончением [26].

Важность патологических изменений в жировой ткани при онкологических заболеваниях все чаще признается в последние годы, и некоторые из этих изменений также связаны с развитием кахексии [11, 27, 28]. Гистологически существует два типа жировой ткани: белая жировая ткань (белые адипоциты), которая в основном участвует в накоплении энергии в виде триглицеридов, и бурая жировая ткань (бурые адипоциты), участвующая в терморегуляции [29, 30]. До недавнего времени считалось, что бурые адипоциты функционально присутствуют только у новорожденных, но на самом деле они также присутствуют и в организме у взрослых [27]. Кахетичные пациенты часто демонстрируют высокий уровень циркулирующих свободных жирных кислот и глицерина в результате массивного липолиза белых адипоцитов путем активации липаз, таких, например, как гормоночувствительная липаза [31]. IL-6, TNF-α и цинк-α2-гликопротеин (ZAG, также называемый липид-мобилизирующим фактором) способны стимулировать липолиз при раковой кахексии [27, 31].

Во время раковой кахексии белые адипоциты также могут приобрести некоторые особенности, характеризующие бурые адипоциты (превращаясь в так называемые «бежевые адипоциты») [28]. Это процесс, известный как «подрумянивание», который происходит на начальных этапах раковой кахексии вплоть до истощения мышц [11, 29].

Печень в организме онкологических больных также подвергается многочисленным метаболическим и гистологическим изменениям. В контексте рака печень часто способствует усилению системного воспаления, производя белки острой фазы, которые могут

способствовать распаду мышечных белков на аминокислоты [32]. Так, в печени происходит увеличение производства глюкозы и повышается активность цикла Кори. Распад белка производит поток азота в виде аминокислот, в основном аланин в печень. Глюконеогенез в печени затем может использовать аминокислоты, глицерин (из жировой ткани) и лактат для производства глюкозы [22]. Однако этот путь чрезвычайно требователен, является энергетически неэффективным и способствует самоповреждению печени и потере веса. Фактически, гепатомегалия была описана у кахетичных пациентов в связи с повышенным уровнем циркулирования IL-6 и метаболической перегрузкой печени [32]. Воспаление и стеатоз также являются типичными особенностями повреждения печени, связанными с кахексией [33].

Изменения в микробиоте кишечника также могут играть роль в раковой кахексии, так как различные бактериальные штаммы обладают различными способностями производить питательные вещества и провоспалительные молекулы, которые могут вызвать истощение мышц и жировой ткани [34]. Грелин, пептид, который в основном вырабатывается в желудке и повышает аппетит, стимулируя голод и потребление пищи, также значительно увеличивается у пациентов с раковой кахексией [35].

Важно понимать роль энергетического баланса в развитии раковой кахексии. Данное состояние часто ассоциируется с отрицательным энергетическим балансом, вызванным анорексией наряду с увеличением расходов энергии или аномальным метаболизмом. Почти половина больных демонстрируют высокий метаболизм или высокую выработку энергии в состоянии покоя (ВЭП), что указывает на начало развития кахексии. Степень ВЭП сильно зависит от локализации онкологического заболевания, патологической стадии и общей продолжительности заболевания. Повышенный ВЭП был зарегистрирован у большинства пациентов с раком желудка, пищевода, поджелудочной железы и немелкоклеточным раком легких и, как правило, его наличие усугубляет заболевание. Одним из факторов развития кахексии является одновременная гиперактивация многочисленных метаболических путей, что впоследствии приводит к рассеиванию энергии в виде тепла и системному воспалению, которое способствует сокращению выживаемости у пациентов с метастатическим раком [36]. Злокачественные клетки имеют аномально высокую потребность в глюкозе по сравнению с обычными тканями, а повышенный гликолиз является их отличительной чертой. Этот высокий спрос на глюкозу даже при наличии достаточного количества кислорода, известного как эффект Варбурга, приводит к повышению производства молочной кис-

лоты опухолевыми клетками, чтобы компенсировать неэффективное производство энергии [37]. Количество энергии, вырабатываемой опухолевыми клетками, зависит от степени использования гликолитического пути (анаэробного процесса) по сравнению с окислительным фосфорилированием (аэробный процесс). Цикл Кори, который отвечает за рассеивание энергии в виде теплового липолиза в жировой ткани, и белковый катаболизм в мышечной ткани способствуют увеличению глюконеогенеза в печени у больных онкологическими заболеваниями.

Раковая анорексия, в свою очередь, определяется в основном как потеря аппетита. Она считается важным компонентом кахексии, тем не менее, важно подчеркнуть, что она отличается от кахексии и может происходить независимо от нее [38, 39]. Анорексия может быть разделена на две категории. Если она происходит из-за изменения восприятия образа тела, ведущего к волевому отказу от еды, она определяется как первичная анорексия (или нервная анорексия). Если она происходит в результате постоянного или внезапного резкого воспалительного ответа организма, вторичного по отношению к хроническим или острым заболеваниям, она определяется как вторичная анорексия (или специфическая анорексия).

Вторичная анорексия часто наблюдается у больных раком и связана с ограниченным по той или иной причине потреблением пищи и снижением качества жизни [40]. Анорексия присутствует у 50% первичных больных раком и является четвертым наиболее распространенным симптомом у онкологических больных [41].

Механизм развития анорексии у онкологических больных напрямую связан с лептином. Лептин — это адипокин, который действует на конкретные гипоталамические рецепторы, способствуя появлению ощущения сытости через каскад последующих нейропептидов [42]. Цитокины, такие как IL-1, могут вызывать анорексию, стимулируя экспрессию и высвобождение лептина и имитируя насыщение организма.

Методы диагностики и оценки САКОБ

Кахексия в сочетании с анорексией снижает качество жизни (QOL) и процент общей выживаемости пациентов [43].

Поэтому на протяжении многих лет исследователи предлагали различные способы диагностики раковой кахексии с целью раннего выявления пациентов группы высокого риска нарушения питательного статуса и своевременной коррекции САКОБ.

В 2011 году Fearon и соавторы предложили наиболее приемлемую основу для диагностики раковой кахексии [44]. Этот подход был основан на трех ключевых особенностях: потеря веса >5% за последние 6 месяцев (при отсутствии банального голодания), индекс массы тела <20 и индекс скелетной мышцы, соответствующий саркопении (мужчины <7,26 кг/м², женщины-пациенты <5,45 кг/м²). Тот же подход определил три стадии раковой кахексии, а именно прекахексии, собственно кахексии и рефрактерной кахексии.

Группа исследователей во главе с Zhou T разработали оценку кахексии (CSS) для онкологических больных, состоящую из пяти уровней, чтобы уточнить трехуровневую систему стадирования [45]:

- ◆ Потеря веса за 6 месяцев (диапазон баллов 0–3);
- ◆ Простая анкета SARC-F для оценки мышечной функции и саркопении (диапазон баллов 0–3);
- ◆ Состояние пациента по шкале ECOG (диапазон баллов 0–3);
- ◆ Потеря аппетита (диапазон баллов 0–2);
- ◆ Аномальная биохимия крови (диапазон баллов 0–2).

На основании суммы полученных баллов выставлялась итоговая стадия кахексии:

- ◆ Не-кахексия (оценка 0–2);
- ◆ Прекахексия (балл 3–4);
- ◆ Кахексия (балл 5–8);
- ◆ Рефрактерная кахексия (оценка 9–12).

CSS стал инструментом, который позволил выявлять различные стадии кахексии в соответствии с полученными результатами.

Кроме того, в 2021 году Европейское общество медицинской онкологии (ESMO) выпустило руководство по клинической практике для пациентов с раковой кахексией [46]. Кахексия в руководстве описывается как «недоедание, связанное с заболеваниями, на основе определения Глобальной инициативы по борьбе с недоеданием (GLIM) [47] и наличия системного воспаления».

В настоящее время скрининг нутритивной недостаточности у больных онкологическими заболеваниями включает в себя оценки следующих областей: измерение потребления калорий, уровень качества жизни (QOL), основные факторы риска и симптомы, влияющие на развитие похудения, изменения в весе и составе тела, а также биологические маркеры.

Оценка QOL является критической конечной точкой у пациентов с кахексией. Функциональная оценка шкалы терапии анорексии-кахексии (FAACT) состоит из общей шкалы терапии онкологического заболевания (FACT-G)

и подшкалы анорексии-кахексии (ACS) и представляет собой шкалу QOL, специфичную для онкологических больных с кахексией [40]. Шкала FААСТ включает в себя пять подшкал, каждый элемент в которой оценивается от 0 до 4 баллов с итоговой суммой в 39 баллов, что приравнивается к лучшему QOL.

Симптомы, влияющие на питание, и определяемые как симптомы вторичного воздействия (СВВ), также подлежат лечению и коррективке. В исследовании, проводимом у 151 пациента с симптомами раковой кахексии, среднее число СВВ составляло 3, а раннее насыщение, запор, подавленное настроение, неконтролируемая тошнота и рвота были наиболее распространенными среди них [48]. В том же исследовании было отмечено, что онкологические больные с большим количеством СВВ значительно чаще набирают вес во время лечения злокачественного новообразования, подчеркивая важность оценки и лечения СВВ.

Общая оценка должна учитывать и индивидуальные особенности пациентов. В некоторых случаях истощение мышечной массы не столь очевидно — например, у пациентов с ожирением [49].

Наиболее часто используемые оценки состава тела у онкологических больных включают в себя антропометрические методы, биоэлектрический импедансный анализ (BIA) [50], компьютерную томографию (КТ) и двухэнергетическую рентгеновскую абсорциометрию (DXA) [51].

Антропометрические методы, которые включают в себя измерения массы тела, ИМТ и поверхности тела, являются экономически эффективными и действенными способами оценки состава тела. Однако они менее точны из-за косвенного подхода и невозможности различить между собой мышечную массу и жировую ткань.

Анализ биоэлектрического импеданса также может быть использован для измерения состава тела на основе электрических свойств тканей. Используя частоту 50 кГц или более новые многочастотные анализаторы, небольшие токи проходят через внутриклеточную и внеклеточную жидкость в зависимости от характеристик ткани.

Как DXA, так и компьютерная томография имеют высокую точность и специфичность для различения отдельных компонентов тканей и являются золотым стандартом для оценки состава тела. Ограничения DXA включают в себя воздействие на пациентов низким уровнем радиации, а также стоимость самого исследования. Компьютерная томография часто используется для мониторинга прогрессирования и рецидива онкологического

заболевания и может быть использована в качестве инструмента оценки состава тела.

Альтернативные методы оценки состава тела включают гидроденситометрию (подводное взвешивание) и плетизмографию смещения воздуха (Bod Pod). Магнитно-резонансная томография является высокоточным методом измерения состава тела и сопоставима с компьютерной томографией без воздействия ионизирующего излучения пациентов, но ее стоимость слишком высока, чтобы использовать ее в подобном качестве.

Одна из задач оценки анорексии у пациентов заключается в том, чтобы обеспечить правильный и мультимодальный подход к лечению. Поэтому для точной диагностики анорексии важно иметь действительно надежные методы [40]. Оценка анорексии в настоящее время основана на визуальных аналоговых шкалах, численных шкалах, вербальных дескрипторах или отдельных анкетах, что вносит значительную субъективность в процесс диагностики. В клинической практике используется анкета «да/нет» («испытываете ли вы пониженный аппетит?») или шкала симптомов анорексии Анкеты качества жизни Европейской организации по лечению рака (EORTC) (QLQ)-С30 (третья версия). В последнее время были предложены методы конкретной диагностики анорексии, связанной с кахексией: подшкала анорексии/кахексии функциональной оценки терапии анорексии/кахексии (FAACT-A/CS) и визуальная аналоговая шкала аппетита, однако они по-прежнему являются более субъективными, чем объективными. Поэтому в настоящее время не существует золотого стандарта для диагностики анорексии у больных онкологическими заболеваниями [10].

Методы лечения САКОБ. Нутритивная поддержка пациентов с САКОБ

Самым эффективным способом лечения является лечение от основного заболевания, которому она сопутствует, то есть онкологического. Однако лечение многих видов рака, особенно метастатического, остается на сегодняшний момент нерешенной проблемой. Таким образом, терапевтические варианты лечения раковой кахексии часто направлены на улучшение качества жизни пациентов и ослабление симптомов самой кахексии [52]. К сожалению, терапевтические варианты лечения этого синдрома ограничены и не всегда эффективны. Раковая кахексия не может быть полностью обращена вспять или предотвращена с помощью обычной нутритивной поддержки или даже парентерального питания [11].

Исторически сложилось так, что парентеральное питание было первой линией нутритивной поддержки онкологических больных, особенно после операций

и длительного применения химиотерапии. Сегодня энтеральное питание в подавляющем большинстве случаев является предпочтительным методом коррекции нутритивного статуса. Использование энтерального питания предотвратило атрофию слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта и иммунокомпетентность организма, одновременно улучшая при этом кинетику белка [53]. Было также доказано, что энтеральное питание снижает риск осложнений и токсичность химиотерапии. В свою очередь применение парентерального питания было связано с повышенной частотой осложнений и более длительным временем до возобновления нормальной диеты по сравнению с энтеральным [54].

Было описано и протестировано несколько терапевтических вмешательств с несколькими агентами, например, добавки с омега-3 жирных кислотами, которые снижают выработку IL-1 и TNF-α и повышают эффективность поддержки питания [52]. Нестероидные противовоспалительные препараты и препараты, ингибирующие цитокины оказывают многообещающее положительное воздействие при раковой кахексии, способствуя уменьшению воспаления [28]. Добавление к лечению аминокислот рассматривается как положительный подход к лечению (например, добавка глутамин, которая может ослабить истощение мышц у больных раком) [55].

Кроме того, физическая активность, по-видимому, является важным элементом лечения раковой кахексии [56]. Программы упражнений (такие как силовая и/или аэробная тренировка), как показало исследование Lira FS, обладают очень четким противовоспалительным эффектом, уменьшая концентрацию провоспалительных цитокинов и увеличивая концентрацию противовоспалительных [57]. Тем не менее, необходимы дополнительные исследования для определения эффективности и безопасности физических упражнений у пациентов с раковой кахексией [58].

Что касается возможных фармакологических методов лечения анорексии, был разработан ряд специфических орексигенических препаратов [42]. Так, например, мегестрол был одобрен для лечения анорексии у пациентов со СПИДом и, помимо прочего, улучшает набор веса у детей с онкологическими заболеваниями [59]. В исследовании Ruiz GP мегестрола ацетат (МА) показал преимущество по сравнению с плацебо, особенно в отношении улучшения аппетита (RR = 2,57, 95% CI = 1,41 ~ 3,40) и увеличения веса (RR = 1,55, 95% CI = 1,06 ~ 2,26) при раке. Однако улучшение качества жизни у пациентов наблюдалось только при сравнении МА с плацебо (RR = 1,91, 95% CI = 1,02 ~ 3,59), но не другими препаратами, применяющимися при раке. Кроме того, тромбозм-

болические явления были более частыми у пациентов, получавших МА [60]. Грелин и связанные с ним вещества также влияют на потребление пищи анорексичными пациентами [42].

Помимо лекарственного лечения в некоторых исследованиях используется и альтернативные методики. Так, Lau СНУ и соавторы исследовали возможности использования иглоукалывания для лечения анорексии. По сравнению с обычным вмешательством иглоукалывание и связанное с ним лечение улучшило качество жизни у пациентов с раком желудочно-кишечного тракта ($n = 111$, объединенное SMD: 0,75, 95% CI: 0,36 ~ 1,13). Иглоукалывание и связанная с ней терапия также снизили симптомы анорексии, но не было никакой статистической значимости ($n = 50$, RR: 2,51, 95%CI: 0,94 ~ 6,72) [61].

Исследователи во главе с Keaver L разработали программу NutriCare с использованием модели 5A («спросить, посоветовать, оценить, помочь, организовать») в качестве потенциальной программы, помогающей интегрировать нутритивную поддержку в рутинную онкологическую помощь [62]. На первом этапе пациенты заполняли форму по оценке питания для онкологических больных (NACP). Симптомы были выбраны из тех, о которых обычно сообщают больные раком [63]. Далее каждому пациенту выдавалась памятка с семью рекомендациями по питанию, адаптированных из текущих рекомендаций Всемирного фонда исследований рака (WCRF)/AICR [64], которые включали в себя (1) достижение или поддержание здорового веса; (2) употребление диеты, богатой цельнозерновыми культурами, овощами, фруктами и фасолью; (3) ограничение потребления фаст-фудов и полуфабрикатов; (4) ограничение потребления красного и переработанного мяса; (5) ограничение потребления подслащенных сахаром напитков, (6) ограничение потребления алкоголя; и (7) физическую

активность. На основе анкеты исследователи выбрали необходимые цели, которые необходимо было достичь, чтобы улучшить качество жизни пациентов.

По итогам исследования как врачи, так и пациенты сообщили о проблемах с доступом к научно обоснованным рекомендациям по питанию. И даже там, где ресурсы были доступны, они не всегда использовались медицинскими работниками. В некоторых случаях рекомендации выполнять отказывались сами пациенты из-за большого количества назначений, которые у них уже были в дополнение к химиотерапии.

Заключение

Итак, поскольку раковая кахексия-анорексия имеет многомерный фон, мультимодальные терапевтические подходы являются предпочтительной стратегией, так как единый подход вряд ли будет эффективным. Эти мультимодальные подходы состоят из комбинаций вмешательств, которые включают в себя не только фармакологические препараты и/или пищевые добавки [52, 65, 66]. Онкологи, тем не менее, часто пренебрегают скринингом состояния пациентов, связанным с питанием [67].

Это может привести к получению пациентами информации о правильном питании в других, часто неавторитетных источниках, или же к альтернативным подходам, таким как использование добавок и модные диеты, польза от которых часто не подкреплена научными данными [68]. Исследование Shea-Budgell M доказало, что онкологические пациенты заинтересованы в получении научно обоснованной информации о питании, и что они хотят получить эту информацию от своего онколога [69]. Однако в настоящее время это по-прежнему не является стандартной частью клинической медицинской практики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, Mathers C, Parkin DM, Piñeros M, Znaor A, Bray F. Estimating the global cancer incidence and mortality in 2018: GLOBOCAN sources and methods. *Int J Cancer*. 2019 Apr 15;144(8):1941–1953. doi: 10.1002/ijc.31937. Epub 2018 Dec 6. PMID: 30350310.
2. Dyba T, Randi G, Bray F, Martos C, Giusti F, Nicholson N, Gavin A, Flego M, Neamtiiu L, Dimitrova N, Negrão Carvalho R, Ferlay J, Bettio M. The European cancer burden in 2020: Incidence and mortality estimates for 40 countries and 25 major cancers. *Eur J Cancer*. 2021 Nov; 157:308–347. doi: 10.1016/j.ejca.2021.07.039. Epub 2021 Sep 21. PMID: 34560371; PMCID: PMC8568058
3. Ishihara S, Horiguchi A, Miyakawa S, Endo I, Miyazaki M, Takada T. Biliary tract cancer registry in Japan from 2008 to 2013. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2016 Mar; 23(3):149–57. doi: 10.1002/jhbp.314. Epub 2016 Jan 26. PMID: 26699688.
4. Madeddu C, Gramignano G, Astara G, Demontis R, Sanna E, Atzeni V, Macciò A. Pathogenesis and Treatment Options of Cancer Related Anemia: Perspective for a Targeted Mechanism-Based Approach. *Front Physiol*. 2018 Sep 20; 9:1294. doi: 10.3389/fphys.2018.01294. PMID: 30294279; PMCID: PMC615974
5. Melo-Alvim C, Miguel-Semedo P, Paiva RS, Lobo-Martins S, Luna-Pais H, Costa AL, Santos AR, Florindo A, Vasconcelos AL, Abrunhosa-Branquinho AN, Palmela P, Fernandes L, Presa DL, Costa L, Ribeiro L. Pretreatment hemoglobin level as a prognostic factor in patients with locally advanced head and neck squamous cell carcinoma. *Rep Pract Oncol Radiother*. 2020 Sep-Oct; 25(5):768–774. doi: 10.1016/j.rpor.2020.07.002. Epub 2020 Jul 28. PMID: 32802001; PMCID: PMC7413985.
6. Santos MLC, de Brito BB, da Silva FAF, Botelho ACDS, de Melo FF. Nephrotoxicity in cancer treatment: An overview. *World J Clin Oncol*. 2020 Apr 24; 11(4):190–204. doi: 10.5306/wjco.v11.i4.190. PMID: 32355641; PMCID: PMC7186234

7. Jagieła J, Bartnicki P, Rysz J. Nephrotoxicity as a Complication of Chemotherapy and Immunotherapy in the Treatment of Colorectal Cancer, Melanoma and Non-Small Cell Lung Cancer. *Int J Mol Sci.* 2021 Apr 28; 22(9):4618. doi: 10.3390/ijms22094618. PMID: 33924827; PMCID: PMC8125622
8. McLaughlin M, Florida-James G, Ross M. Breast cancer chemotherapy vascular toxicity: a review of mediating mechanisms and exercise as a potential therapeutic. *Vasc Biol.* 2021 Oct 18; 3(1): R106-R120. doi: 10.1530/VB-21-0013. PMID: 34870095; PMCID: PMC8630759.
9. Olson S.H., Xu Y., Herzog K., Saldia A., DeFilippis E.M., Li P., Allen P.J., O'Reilly E.M., Kurtz R.C. Weight Loss, Diabetes, Fatigue, and Depression Preceding Pancreatic Cancer. *Pancreas.* 2015; 7:103–113. doi: 10.1097/MPA.0000000000000590
10. Peixoto da Silva S, Santos JMO, Costa E Silva MP, Gil da Costa RM, Medeiros R. Cancer cachexia and its pathophysiology: links with sarcopenia, anorexia and asthenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2020 Jun;11(3):619–635. doi: 10.1002/jcsm.12528. Epub 2020 Mar 6. PMID: 32142217; PMCID: PMC7296264.
11. Argiles JM, Stemmler B, Lopez-Soriano FJ, Busquets S. Inter-tissue communication in cancer cachexia. *Nat Rev Endocrinol.* 2018;15:9–20.
12. Barata AT, Santos CA, Fonseca J., Nutrição. In: *Cancro do Pâncreas. Algés: Grupo de Investigação do Cancro Digestivo, 2017, pp 104–120*
13. Moreira-Pais A, Ferreira R, Gil da Costa R. Platinum-induced muscle wasting in cancer chemotherapy: mechanisms and potential targets for therapeutic intervention. *Life Sci.* 2018; 208:1–9
14. Damrauer JS, Stadler ME, Acharyya S, Baldwin AS, Couch ME, Guttridge DC. Chemotherapy-induced muscle wasting: association with NF-kappaB and cancer cachexia. *Eur J Transl Myol.* 2018;28:7590.
15. Patel HJ, Patel BM. TNF-alpha and cancer cachexia: molecular insights and clinical implications. *Life Sci.* 2017; 170:56–63.
16. Onesti JK, Guttridge DC. Inflammation based regulation of cancer cachexia. *Biomed Res Int.* 2014; 2014:168407
17. Scholnik-Cabrera A, Chavez-Blanco A, Dominguez-Gomez G, Duenas-Gonzalez A. Understanding tumor anabolism and patient catabolism in cancer-associated cachexia. *Am J Cancer Res.* 2017; 7:1107–1135
18. Baracos VE, Martin L, Korc M, Guttridge DC, Fearon KCH. Cancer-associated cachexia. *Nat Rev Dis Primers.* 2018;4:17105.
19. Miyamoto Y, Hanna DL, Zhang W, Baba H, Lenz HJ. Molecular Pathways: Cachexia Signaling-A Targeted Approach to Cancer Treatment. *Clin Cancer Res.* 2016; 22:3999–4004.
20. Hou YC, Wang CJ, Chao YJ, Chen HY, Wang HC, Tung HL, et al. Elevated serum interleukin-8 level correlates with cancer-related cachexia and sarcopenia: an indicator for pancreatic cancer outcomes. *J Clin Med.* 2018; 7
21. Schmidt SF, Rohm M, Herzig S, Berriel DM. Cancer Cachexia: More Than Skeletal Muscle Wasting. *Trends Cancer.* 2018;4:849–860.
22. Porporato PE. Understanding cachexia as a cancer metabolism syndrome. *Oncogenesis.* 2016; 5: e200.
23. He WA, Berardi E, Cardillo VM, Acharyya S, Aulino P, Thomas-Ahner J, et al. NF-kappaB-mediated Pax7 dysregulation in the muscle microenvironment promotes cancer cachexia. *J Clin Invest.* 2013; 123:4821–4835.
24. Penna F, Ballaro R, Beltra M, De Lucia S, Costelli P. Modulating metabolism to improve cancer-induced muscle wasting. *Oxid Med Cell Longev.* 2018;2018:7153610.
25. Michalak KP, Mackowska-Kedziora A, Sobolewski B, Wozniak P. Key roles of glutamine pathways in reprogramming the cancer metabolism. *Oxid Med Cell Longev.* 2015;2015:964321.
26. Barkhudaryan A, Scherbakov N, Springer J, Doehner W. Cardiac muscle wasting in individuals with cancer cachexia. *ESC Heart Fail.* 2017;4:458–467.
27. Han J, Meng Q, Shen L, Wu G. Interleukin-6 induces fat loss in cancer cachexia by promoting white adipose tissue lipolysis and browning. *Lipids Health Dis.* 2018; 17:14.
28. Argilés JM, López-Soriano FJ, Busquets S. Mediators of cachexia in cancer patients. *Nutrition.* 2019.
29. Vaitkus JA, Celi FS. The role of adipose tissue in cancer-associated cachexia. *Exp Biol Med (Maywood)* 2017; 242:473–481.
30. Daas SI, Rizeq BR, Nasrallah GK. Adipose tissue dysfunction in cancer cachexia. *J Cell Physiol.* 2018; 234:13–22.
31. Dalal S. Lipid metabolism in cancer cachexia. *Ann Palliat Med.* 2019;8:13–23.
32. Narsale AA, Enos RT, Puppa MJ, Chatterjee S, Murphy EA, Fayad R, et al. Liver inflammation and metabolic signaling in ApcMin/+ mice: the role of cachexia progression. *PLoS One.* 2015;10: e0119888.
33. Petruzzelli M, Wagner EF. Mechanisms of metabolic dysfunction in cancer-associated cachexia. *Genes Dev.* 2016;30:489–501.
34. Bindels LB, Delzenne NM. Muscle wasting: the gut microbiota as a new therapeutic target? *Int J Biochem Cell Biol.* 2013; 45:2186–2190.
35. Takahashi M, Terashima M, Takagane A, Oyama K, Fujiwara H, Wakabayashi G. Ghrelin and leptin levels in cachectic patients with cancer of the digestive organs. *Int J Clin Oncol.* 2009;14:315–320.
36. Vazelle C, Jouinot A, Durand JP, Neveux N, Boudou-Rouquette P, Huillard O, Alexandre J, Cynober L, Goldwasser F, Relation between hypermetabolism, cachexia, and survival in cancer patients: a prospective study in 390 cancer patients before initiation of anticancer therapy, *A m.J. Clin. Nutr* 105 (2017) 1139–1147.
37. Vander Heiden MG, DeBerardinis RJ, Understanding the Intersections between Metabolism and Cancer Biology, *Cell* 168 (2017) 657–669.
38. Mendes MC, Pimentel GD, Costa FO, Carvalheira JB. Molecular and neuroendocrine mechanisms of cancer cachexia. *J Endocrinol.* 2015;226: R29–R43.
39. Coletti D. Chemotherapy-induced muscle wasting: an update. *Eur J Transl Myol.* 2018;28:7587
40. Blauwhoff-Buskermolen S, Ruijgrok C, Ostelo RW, de Vet HCW, Verheul HMW, de van der Schueren MAE, et al. The assessment of anorexia in patients with cancer: cut-off values for the FAACT-A/CS and the VAS for appetite. *Support Care Cancer.* 2016;24:661–666.
41. Van Lancker A, Velghe A, Van Hecke A, Verbrugge M, Van Den Noortgate N, Grypdonck M, Verhaeghe S, Bekkering G, Beeckman D. Prevalence of symptoms in older cancer patients receiving palliative care: a systematic review and meta-analysis. *J Pain Symptom Manage.* 2014 Jan;47(1):90–104. doi: 10.1016/j.jpainsymman.2013.02.016. Epub 2013 Jun 10. PMID: 23764109
42. Ezeoke CC, Morley JE. Pathophysiology of anorexia in the cancer cachexia syndrome. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2015;6:287–302
43. Mattox TW, Cancer Cachexia: Cause, Diagnosis, and Treatment, *Nutr. Clin. Pract* 32 (2017) 599–606.

44. Fearon K, Strasser F, Anker SD, Bosaeus I, Bruera E, Fainsinger RL, Jatoi A, Loprinzi C, MacDonald N, Mantovani G, Davis M, Muscaritoli M, Ottery F, Radbruch L, Ravasco P, Walsh D, Wilcock A, Kaasa S, Baracos VE. Definition and classification of cancer cachexia: an international consensus. *Lancet Oncol.* 2011 May;12(5):489–95. doi: 10.1016/S1470–2045(10)70218–7. Epub 2011 Feb 4. PMID: 21296615.
45. Zhou T, Wang B, Liu H, et al. Development and validation of a clinically applicable score to classify cachexia stages in advanced cancer patients. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2018;9:306–14.
46. Arends J., Strasser F., Gonella S., Solheim T.S., Madeddu C., Ravasco P., Buonaccorso L., de van der Schueren M.A.E., Baldwin C., Chasen M., et al. Cancer Cachexia in Adult Patients: ESMO Clinical Practice Guidelines. [(accessed on 2 June 2021)]
47. Cederholm T., Jensen G., Correia M., Gonzalez M.C., Fukushima R., Higashiguchi T., Baptista G., Barazzoni R., Blaauw R., Coats A., et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition — A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin. Nutr.* 2018;38:1–9. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.002.
48. Del Fabbro E, Hui D, Dalal S, et al. Clinical outcomes and contributors to weight loss in a cancer cachexia clinic. *J Palliat Med* 2011;14:1004–8. Erratum in: *J Palliat Med* 2011;14:1361. Noorhuddin, Zohra [corrected to Nooruddin, Zohra].
49. Ryan A., Power D.G., Daly L., Cushen S.J., Bhuachalla E.N., Prado C.M. Cancer-Associated Malnutrition, Cachexia and Sarcopenia: The Skeleton in the Hospital Closet 40 Years Later. *Proc. Nutr. Soc.* 2016;75:199–211.
50. Cardoso ICR, Aredes MA, Chaves GV. Applicability of the direct parameters of bioelectrical impedance in assessing nutritional status and surgical complications of women with gynecological cancer. *Eur J Clin Nutr* 2017;71:1278–84.
51. Chambard L, Girard N, Ollier E, et al. Bone, muscle, and metabolic parameters predict survival in patients with synchronous bone metastases from lung cancers. *Bone* 2018;108:202–9.
52. Mueller TC, Bachmann J, Prokopchuk O, Friess H, Martignoni ME. Molecular pathways leading to loss of skeletal muscle mass in cancer cachexia — can findings from animal models be translated to humans? *BMC Cancer.* 2016;16:75.
53. Karagianni V.T., Papalois A.E., Triantafyllidis J.K. Nutritional status and nutritional support before and after pancreatectomy for pancreatic cancer and chronic pancreatitis. *Indian J. Surg. Oncol.* 2012;3:348–359. doi: 10.1007/s13193–012–0189–4
54. Park J.S., Chung H.-K., Hwang H.K., Kim J.K., Yoon D.S. Postoperative Nutritional Effects of Early Enteral Feeding Compared with Total Parental Nutrition in Pancreaticoduodenectomy Patients: A Prospective, Randomized Study. *J. Korean Med. Sci.* 2012;27:261–267. doi: 10.3346/jkms.2012.27.3.261.
55. Schlemmer M, Suchner U, Schapers B, Duerr EM, Altheld B, Zwingers T, et al. Is glutamine deficiency the link between inflammation, malnutrition, and fatigue in cancer patients? *Clin Nutr.* 2015;34:1258–1265.
56. Solheim TS, Laird BJA, Balstad TR, Bye A, Stene G, Baracos V, et al. Cancer cachexia: rationale for the MENAC (Multimodal-Exercise, Nutrition and Anti-inflammatory medication for Cachexia) trial. *BMJ Support Palliat Care.* 2018;8:258–265.
57. Lira FS, Antunes Bde M, Seelaender M, Rosa Neto JC. The therapeutic potential of exercise to treat cachexia. *Curr Opin Support Palliat Care.* 2015;9:317–324.
58. Argiles JM, Lopez-Soriano FJ, Stemmler B, Busquets S. Novel targeted therapies for cancer cachexia. *Biochem J.* 2017;474:2663–2678.
59. Cuvelier GD, Baker TJ, Peddie EF, Casey LM, Lambert PJ, Distefano DS, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial of megestrol acetate as an appetite stimulant in children with weight loss due to cancer and/or cancer therapy. *Pediatr Blood Cancer.* 2014;61:672–679.
60. Ruiz Garcia V, López-Briz E, Carbonell Sanchis R, Gonzalez Perales JL, Bort-Marti S. Megestrol acetate for treatment of anorexia-cachexia syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Mar 28;2013(3): CD004310. doi: 10.1002/14651858.CD004310.pub3. PMID: 23543530; PMCID: PMC6418472.
61. Lau CHY, Wu X, Chung VCH, Liu X, Hui EP, Cramer H, Lauche R, Wong SYS, Lau AYL, Sit RWS, Ziea ETC, Ng BFL, Wu JCY. Acupuncture and Related Therapies for Symptom Management in Palliative Cancer Care: Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicine (Baltimore).* 2016 Mar;95(9): e2901. doi: 10.1097/MD.0000000000002901. Erratum in: *Medicine (Baltimore).* 2016 May 20;95(20): e90e6. PMID: 26945382; PMCID: PMC4782866.
62. Keaver L, Yiannakou I, Folta SC, Zhang FF. Perceptions of Oncology Providers and Cancer Survivors on the Role of Nutrition in Cancer Care and Their Views on the “NutriCare” Program. *Nutrients.* 2020 Apr 30;12(5):1277. doi: 10.3390/nu12051277. PMID: 32365871; PMCID: PMC7282021.
63. Coa K.I., Epstein J.B., Ettinger D., Jatoi A., McManus K., Platek M.E., Price W., Stewart M., Teknos T.N., Moskowitz B. The Impact of Cancer Treatment on the Diets and Food Preferences of Patients Receiving Outpatient Treatment. *Nutr. Cancer.* 2015;67:339–353. doi: 10.1080/01635581.2015.990577.
64. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective. AICR. [(accessed on 9 January 2019)]
65. Argiles JM, Lopez-Soriano FJ, Stemmler B, Busquets S. Therapeutic strategies against cancer cachexia. *Eur J Transl Myol.* 2019;29:7960
66. Maddocks M, Hopkinson J, Conibear J, Reeves A, Shaw C, Fearon KC. Practical multimodal care for cancer cachexia. *Curr Opin Support Palliat Care.* 2016;10:298–305.
67. Caccialanza R., Cereda E., Pinto C., Cotogni P., Farina G., Gavazzi C., Gandini C., Nardi M., Zagonel V., Pedrazzoli P. Awareness and Consideration of Malnutrition among Oncologists: Insights from an Exploratory Survey. *Nutrition.* 2016;32:1028–1032. doi: 10.1016/j.nut.2016.02.005.
68. Rauh S., Antonuzzo A., Bossi P., Eckert R., Fallon M., Fröbe A., Gonella S., Giusti R., Lakatos G., Santini D., et al. Nutrition in Patients with Cancer: A New Area for Medical Oncologists? A Practising Oncologist’s Interdisciplinary Position Paper. *ESMO Open.* 2018;3: e000345. doi: 10.1136/esmoopen-2018–000345.
69. Shea-Budgell M., Kostaras X., Myhill K., Hagen N. Information Needs and Sources of Information for Patients During Cancer Follow-Up. *Curr. Oncol.* 2014;21:165–173. doi: 10.3747/co.21.1932.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В СЛУЧАЯХ ОСТРЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

ON THE POSSIBILITIES OF INCREASING THE OBJECTIVITY OF THE QUALITY ASSESSMENT OF MEDICAL CARE IN CASES OF THE ABDOMINAL CAVITY ACUTE SURGICAL DISEASES

**V. Tatarkin
K. Movchan
T. Yakovenko
Yu. Morozov
K. Chernov
D. Tvorogov
M. Yartsev
S. Kovalenko**

Summary. The significance of expert activity in the quality of medical care management system in the examination and treatment of patients with acute surgical diseases of the abdominal cavity was studied on the basis of the experience of healthcare professionals of St. Petersburg. Medical statistical information about 108.5 thousand cases of medical care metropolis residents hospitalized in 2012–2018 with pathology regarding to “abdominal surgery” was analyzed. Moreover, information on the results of targeted examinations and evaluation of the quality of medical care (including collective) for patients according to the profile of acute surgical diseases of the abdominal cavity 2017–2019 was studied. Correlation is traced to the statement of the negative consequences of the defects in the treatment and diagnostic process in cases of lack of focused activity in clinical expert work, based on the results of the analysis of the quality of surgical care of nosological forms defined as the so-called «acute abdomen». The ways of objectifying the control of the quality of medical care, which is provided to patients with acute surgical diseases of the abdominal cavity, are discussed. It is shown that with a generally positive dynamics in the development of abdominal surgery the need for a systematic approach to assessing the results of the activities of individual surgical teams and making timely management decisions aimed at achieving the level of proper quality of medical care and safety of medical activity is obvious.

Keywords: quality of medical care, acute diseases of the abdominal cavity, emergency abdominal surgery.

Татаркин Владислав Владимирович

К.м.н., доцент ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»
vlad1k2@yandex.ru

Мовчан Константин Николаевич

Д.м.н., профессор, заведующий отделом СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»; профессор ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Яковенко Тарас Васильевич

К.м.н., доцент ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Морозов Юрий Михайлович

Д.м.н., эксперт СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Чернов Кирилл Евгеньевич

К.м.н., эксперт СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Творогов Дмитрий Анатольевич

К.м.н., доцент ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова»
tvorogovd@bk.ru

Ярцев Максим Михайлович

К.м.н., эксперт СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Коваленко Сергей Александрович

Эксперт СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Аннотация. Значение экспертной деятельности в системе управления качеством медицинской помощи (КМП) при обследовании и лечении больных острыми хирургическими заболеваниями органов брюшной полости (ОХЗОбрП) изучена на основании опыта специалистов здравоохранения (Здрхр) Санкт-Петербурга (СПб). Проанализированы медико-статистические сведения о 108,5 тыс. случаев оказания медицинской помощи (МедП) жителям мегаполиса, госпитализированным в 2012–2018 гг. с патологией по профилю «абдоминальная хирургия» (АбдХ). Отдельно изуче-



Актуальность

Самым значимым вопросом, интересующий Общество из сферы социальной его жизни — обеспечение населения доступной качественной МедП [1, 2, 3, 4, 5]. Предоставление МедП надлежащего качества — основополагающая задача сотрудников любого учреждения Здрхр, начиная с деятельности медработников первичного звена медицинского обеспечения (МедОб) населения в медицинских организациях (МедОрг) муниципального уровня администрирования до параметров МедП, оказываемой специалистами крупных специализированных клиник и центров Российских регионов [2, 3]. Поиск ответов на вопросы, касающихся доступности современной качественной МедП — приоритетное направление в деятельности менеджеров Здрхр [3, 6, 7, 8, 9, 10]. Кажется логичным, что оценкой КМП целенаправленно могут и должны заниматься представители профессиональных сообществ, основываясь на научно-обоснованных критериях, опыте профессиональной деятельности в конкретных клинических ситуациях. Немаловажное значение в проведении объективной экспертизы КМП имеет и компетентность экспертов КМП в управлении повседневной клинической (в том числе и хирургической) деятельностью специалистов МедОрг. Вместе с тем, проблемы оценки КМП, нередко, обсуждаются и вне медицинской практики — на площадках общественного реагирования в форматах, порой, далеких от понимания особенностей реальной медицинской работы. Иногда пребывание в тренде этого направления жизни Общества оказывается несколько «модным» представителям органов надзора, а в криминалистической характеристике сотрудников Следственного комитета (СК) РФ, так называемые преступления, связанные с ненадлежащим оказанием МедП, причинно-следственные связи предоставления пациентам ненадле-

ны сведения о результатах проведения целевых экспертиз и оценки КМП (в т.ч. коллегиальной) пациентам по профилю ОХЗОБрП 2017–2019 гг. По итогам анализа качества хирургической помощи (ХргП) при нозологических формах, определяемых как т.н. «острый живот» (ОЖ), прослежены параллели констатации негативных последствий дефектов лечебно-диагностического процесса (ЛДП) в случаях отсутствия целенаправленной активности в клинико-экспертной работе (КЭР). Обсуждены пути объективизации контроля КМП, оказываемой больным ОХЗОБрП. Показано, что при, в целом, положительной динамике развития АбдХ очевидна необходимость системного подхода к оценке результатов деятельности отдельных хирургических коллективов и принятия своевременных управленческих решений, направленных на достижение уровня надлежащего КМП и безопасности медицинской деятельности (БМедД).

Ключевые слова: качество медицинской помощи, острые заболевания органов брюшной полости, неотложная абдоминальная хирургия.

жащих медицинских услуг, порой трактуются тенденциозно [11]. В подразделениях правоохранительных органов для «разбора» врачебных ошибок отмечается тенденция формирования рабочих групп, специализирующихся на расследовании так называемых «ятрогенных преступлений». Особо отмечается, что подобные издержки врачебной деятельности чаще всего совершаются хирургами, акушерами-гинекологами и анестезиологами — реаниматологами, т.е. более чем в 50% случаев так называемых «преступлений» в медицине происходит по причинам некачественной деятельности специалистов, оказывающих МедП пациентам в случаях верификации у них патологии хирургического профиля [11]. Такое отношение к трактовке проблем обеспечения населения КМП должного уровня не способствует снижению количества случаев т.н. «врачебных» дел рассматриваемых с позиции «преступлений» уголовного характера.

Недоверие к качеству профессиональной деятельности клинической работы специалистов Здрхр (при не самых простых условиях их труда и недостаточного уровня социальной защищенности) оказывается побудительным мотивом для массового ухода медработников из сферы медицинской деятельности [12]. На фоне данной тенденции, в медицинских (и, особенно, — в хирургических) сообществах, происходит бурное обсуждение специалистами вопросов ответственности специалистов за качество МедП, предоставляемой в хирургии, юридических аспектов оценки последствий работы хирургов и организационно — правовых вопросов в компетенциях хирургической деятельности. Подобные обсуждения происходят, в том числе, и на научных форумах, в частности, в Москве на II ОБЩЕРОССИЙСКОМ ХИРУРГИЧЕСКОМ ФОРУМЕ (2019), в Петербурге на итоговом годовом заседании хирургического общества Пирогова (2019), в повестке заседаний

целенаправленно поднимаются вопросы юридических последствий (правовые аспекты деятельности врача) и организационно правовые вопросы в хирургии.

Особое внимание при экспертной оценке КМП сосредотачивается на критериях оценки действий специалистов, принимавших участие в оказании МедП больным в экстренных ситуациях с использованием в ЛДП инвазивных методов при дефиците времени осмысления прагматики тактических направлений работы и принятия оптимальных управленческих решений [9, 10, 13]. Среди клинических состояний, часто возникающих в повседневной жизни и при устранении которых в скоромощном режиме, требуются радикальные (порой,— решительные) действия хирургической направленности, особое место занимают нозологические формы группы «острый живот» (ОЖ) [1, 14]. Исторически сложилось так, что основополагающий перечень ОЖ составляют 7 основных нозологических форм: острые аппендицит (ОАп), холецистит (ОХол), панкреатит (ОПкр), кишечная непроходимость (ОКН), желудочно-кишечные кровотечения (ОЖКК), перфоративные гастродуоденальные язвы (ПерфГДЯ) и ущемленные грыжи — УщГр [4].

В хирургическом сообществе специалисты всегда стремились прийти к пониманию и созданию единой системы с четкими критериями экспертной оценки КМП, оказываемой при ОЖ, с поиском ответа на сакральный вопрос: возможно ли, опираясь на данные оценки КМП, улучшить результаты её предоставления больным с неотложной абдоминальной патологией? Однозначного вердикта по этому вопросу пока нет, а целенаправленный поиск по его содержательному наполнению — предмет сохраняющихся дискуссий как в среде специалистов, так и менеджеров Здрвхр, что определяет актуальность темы для изысканий в данных аспектах научных поисков.

Цель исследования

Обосновать пути повышения эффективности МедП больным ОХЗОБрП, основываясь на данных оценки качества при её оказании.

Материалы и группы клинических наблюдений анализировались по трём основным направлениям:

- ◆ медико-статистическому, посвящённому оценке данных об основных статистических параметрах по нозологиям ОЖ в 2012–2018 гг.

Использованы базы данных Санкт-Петербургских: Комитета по здравоохранению (СПбКЗ); медицинского информационно-аналитического центра (СПбМИАЦа); территориального фонда обязательного медицинско-

го страхования (СПбТФ ОМС) и научно-исследовательского института «Скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (НИИСкП). Всего изучены неперсонифицированные сведения более, чем о 100 тыс. больных 7 основными формами ОЖ. Тематические экспертизы КМП проведены на основании материалов Тер. Фонда ОМС в 20 ЛПУ: по случаям заболевания жителей ОПкр в 2014 г. (почти 3 000 наблюдений); по ОКН, ОАп и ОЖКК в 2015 г. (около 4 500 случаев). Отдельно изучено состояние клинко-экспертного процесса (КЭП) при ОЖ в СПб гор. Елизаветинской больницы (СПбГорЕлизбца, ГБ№ 3) в 2017 г. (8 000 наблюдений);

- ◆ клиническому.

Изучены персонифицированные данные о результатах оценки КМП у больных ОЖ. Целевая экспертиза КМП проведена у 235 пациентов ГБ№ 3 и оценочно рассмотрены вопросы предоставления МедП по данным более, чем о 400 клинических наблюдениях больных ОХЗОБрП в других ЛПУ города в 2017–2019 гг. Проанализированы, также, материалы, касающиеся 385 случаев оказания МедП в ситуациях острой патологии с коллегиальным обсуждением и вынесением вердиктов членами Городской клинко-экспертной комиссии (ГорКЭК- Комиссии) в 2008–2018 гг. (среди них 240 случаев нозологий хирургического профиля и 72 наблюдения по профилю АбдХ);

- ◆ организационно-административному (менеджменту) в медицине.

Научные изыскания по данному аспекту медицинской деятельности осуществлены на основании сведений об эффективности управления хирургической службой СПб. Проанализированы материалы СПбКЗ и СПбМИАЦ, архивов ряда СПбМедОрг в ракурсе клинко-экспертной деятельности по АбдХ — почти 8 000 наблюдений.

При выполнении работы использованы методы: мед.стат. анализа данных об объемах обеспечения населения; клинического обследования пациентов, прошедших лечение по поводу заболеваний ОбрП; специальных исследований, используемых в практике оказания МедП (прежде всего,— хирургической) при ОЖ согласно национальным клиническим рекомендациям; проведения экспертной оценки КМП с акцентом её осуществления исследования по автоматизированным технологиям (АТЭ КМП).

Результаты исследования

При анализе результатов деятельности службы неотложной АбдХ в Санкт-Петербурге до 2010 г. (начальный этап исследования), констатируется, что в городе, как и в других регионах России, несколько десятилетий ве-

дется систематический мониторинг параметров оказания МедП в отношении случаев 7 нозологических форм острых хирургических заболеваний живота (ОАп, ОХол, ОПкр, ОКН, ОЖКК, ПрфГДЯ, УщГр). Стереотипно учитывались данные из двух отчетных статистических форм: Ф-30, отражающей сведения о деятельности МедОрг, и Ф-14, в которой представляются параметры деятельности подразделений учреждений, оказывающих МедП в стационарах, а также сосредоточены данные по неотложной АбдХ.

Структура ОЖ, в течение длительного периода мониторинга менялась. В частности, с 1953 г. отмечалось устойчивое снижение количества случаев ОАп и увеличивалась численность контингента больных с ОХол, УщГр, ОПкр. В разные годы по отдельным нозологиям статистическая ситуация оказывалась динамичной.

Изучение сведений из 14-й и 30-й мед.стат форм за 2000–2020 гг., показало, что в СПб среди выбранных 7 нозологий ОЖ особое внимание привлекали 4 патологических состояния: ОАп, ОПкр, ОЖКК и ОКН. В разные годы 20 — летнего периода наблюдения эти 4 нозологические формы ОЖ, выявляемые у жителей города занимали нестабильные позиции в рейтинге структуры по частоте верификации и учета.

В 2013–2016 гг. пациенты с заболеваниями по профилю АбдХ в экстренном порядке поступали в стационары в 3 раза чаще, чем планово. В это же время, нарастали и показатели количества операций, выполняемых в СПбМедОрг по поводу заболеваний группы ОЖ. В 2015–2016 гг. особое внимание привлекло увеличение показателей оперативной активности при ОАп, ОКН и снижение частоты проведения хирургических вмешательств (ХргВм) по поводу ОПкр.

В 2013–2016 гг. в СПб экстренная МедП традиционно оказывалась специалистами 15 крупных МедОрг, что позволило базисно проанализировать работу их специалистов в ракурсе АбдХ по городу. На это же время приходится и сокращение штатной численности хирургов, осуществляющих деятельность по профилю АбдХ, а также формирования недокомплекта контингента среднего звена медработников Хрг подразделений. Тем не менее, определенно констатировалось увеличение численности специалистов в области АбдХ, удостоенных учёных степеней (в частности, — в 2 раза возросло число докторов медицинских наук) и уменьшилось число врачей без квалификационных категорий. В 2005–2015 гг. возрастала персональная оперативная активность специалистов (в частности, на 13% увеличилась численность контингента хирургов, выполняющих более 100 операций в течение года).

Несмотря на общий положительный вектор работы специалистов СПб в области АбдХ, индикаторным показателем в этом плане оказывалось уменьшение числа больных умерших от заболеваний группы ОЖ. По отдельным нозологиям констатирован рост по этому важному параметру КМП, что, в частности, отмечалось при — ПрфКрвГДЯ и ОПкр. В разные годы, лабильным (по значениям), оказывался и показатель послеоперационной летальности (П/оЛ). В 2016 г. к данному параметру в особой степени внимание было приковано при наблюдениях ОПкр и ПрфГДЯ. В 2015–2016 гг., на фоне общего увеличения количества операций, констатировано и учащение случаев летальных исходов (ЛетИсх) среди пациентов с ОЖ. По отдельным нозологиям ОЖ показатель П/оЛ в 2016 г. увеличился в 1,5 раза и более, что особо отмечено в отношении наблюдений ОАп и ОКН.

В целом, деятельность специалистов СПб в неотложной АбдХ с 1990 по 2000 гг. характеризовалась многокомпонентностью и многофакторностью с достижением, в основном, позитивных результатов. Однако при всем оптимизме в этом важном сегменте работы отмечены и сложности, а именно: нестабильные позиции в рейтинге заболеваемости населения заболеваниями группы ОЖ, увеличение численности случаев смерти больных, рост частоты случаев П/оЛ, негативные тенденции в показателях соотношения неоперированных / умерших пациентов и др.

Опираясь на базисные данные исследования, оказалось логичным вернуться к вопросу о поиске возможностей улучшения результатов предоставления МедП больным с ОЖ, основываясь на данных об оценке показателей её качества. Последнее представилось возможным в связи с тем, что в СПб в 2010–2020 гг. (сложилась, в определенном роде — уникальная) Система по управлению КМП.

Если в 2000–2010 гг. (т.е. до создания Системы) экспертизы КМП в отношении наблюдений ОЖ, характеризующиеся неунифицированными критериями оценки, проводились нецеленаправленно, асинхронно (по отношению к группе нозологий) и без должной последовательности, то в 2007–2010 гг. Система оценки КМП начала функционировать программно и поэтапно, с высшим арбитражным выражением экспертной работы при коллегиальном обсуждении на заседаниях ГорКЭК. с учётом положений Национальных рекомендаций, Федеральных стандартов, клинических протоколов мед. учреждений, определенных Комитетом по здравоохранению Санкт-Петербурга и др. нормативных документов, с созданием официального регистра экспертов и института как внештатных, так и штатных специалистов-организаторов ЭКМП. При формирова-

нии Системы Управлением КМП в городе разработаны оценочные его градации, среди которых выделены 6 уровней ненадлежащей МедП [13]. Экспертная оценка КМП в Санкт-Петербурге в течение последнего десятилетия выполняется коллективом из 600 экспертов, как в тематическом ракурсе (по профилям заболеваний), так и в целевом формате (разбор отдельных случаев оказания МедП).

В 2000–2010 года выявлено, что показатели заболеваемости населения города и летальности при воспалительно-деструктивной патологии поджелудочной железы составили максимальные значения. По этой причине необходимость в целенаправленной клинической интерпретации мед.-стат. данных оказалась особо востребованной. По результатам, тематической ЭКМП, целенаправленно осуществленной в 2014 году в ракурсе оценки качества её предоставления больным ОПкр в МедОрг города установлено, что наблюдения ненадлежащего КМП преобладали (73%), с негативным влиянием дефектов обследования и лечения на состояние пациентов — 11% (1% — с социально-значимыми последствиями). В 53% случаев погрешности МедП обусловили неоптимальное использование ресурсов МедОрг, а в 20% наиболее значимыми следствиями дефектов МедП оказывалось затруднение её экспертной оценки. Количественно дефектов ЛДП на 1 случай оказания МедП при ОПкр регистрировалось в параметре 2,06 (среди них влияющих значимо на оптимальность использования ресурсов здравоохранения — 1,01 следствий, с риском и ухудшения состояния пациентов в целом 0,15 следствий на случай).

Данные с учетом количественного нормирования показателей КМП при ОПкр в стационарах по уровням существенно разнились: лучше системного уровня эти показатели отмечались в больницах, оказывающих МедП непрерывно в скорпомощных режимах; на системном уровне — в стационарах, в которых лечение больных ОЖ проводилось если не непрерывно, то — постоянно.

В случаях ОПкр преобладали погрешности обследования и постановки диагноза (45% и 35%, соответственно). Дефекты лечения и обеспечения преемственности, оказания МедП соответственно, составили 15% и 5%. Наиболее значимыми дефектами предоставления МедП в группах больных тяжелым ОПкр оказывается выполнение (лапароскопии / лапаротомии с дренированием БрП) необоснованных (или преждевременных) хирургических вмешательств (ХргВм). В таких случаях повышалась вероятность риска послеоперационных (в т.ч. инфекционно-гнойных) осложнений — 6% и 8% наблюдений, соответственно. Неожиданностью экспертной оценки КМП при ОПкр оказалась констатация

факта перерасхода средств ОМС по причине завышенного тарифа на оплату случая, что отмечено в 21% наблюдений (за счет гипердиагностики этого заболевания — в 30% случаев и завышения степени его тяжести — в 35% наблюдений).

В 2015 г. тематическая ЭКМП в СПб МедОрг осуществлена ещё при трёх наиболее проблемных (в плане динамичности в рейтинге заболеваемости) нозологических формах острого живота — ОАп, ОЖКК, ОКН. В этих случаях, дефекты МедП регистрировались через раз. Наблюдения с негативным влиянием дефектов оказания МедП на состояние пациентов составили 27% (с возможным влиянием — 9%, а с реальным — 18%). Случаи с социально-значимыми негативными следствиями дефектов МедП не отмечены. В 18% дефекты МедП обусловили неоптимальность использования ресурсов Здрхр, а в 5% наиболее значимыми следствиями дефектов МедП оказывалось затруднение экспертной оценки её качества.

При количественной оценке состояния компонентов КМП при ОАп, ОЖКК и ОКН в среднем на 1 случай помощи регистрировалось 1,23 дефектов, в значительной степени оказывающих влияние на оптимальность использования ресурсов Здрхр (0,66 негативных следствий для ресурсов на 1 случай). Риск ухудшения состояния пациентов составил 0,41 следствий на случай при нулевом показателе социально-значимого ухудшения состояния больных.

Как и при ЭКМП в случаях ОПкр данные о структуре количественных показателей КМП при ОАп, ОЖКК и ОКН в разных стационарах существенно отличались. По результатам интегрированной оценки (нормирования) КМП исследуемые МедОрг разделены на 3 группы: в которых показателями представлялись лучше системного уровня; оказывались на системном уровне; и констатировались хуже системного уровня. В сравнении, с показателями ЖКК и ОАп, несколько лучшими представлялись параметры оценки состояния КМП при ОКН.

Наиболее значимыми дефектами МедП оказались: в группе ОЖКК — применение неэффективной противоязвенной лекарственной терапии и недостатки, выявленные при проведении эндоскопического гемостаза (по 16% случаев); в группе ОКН — запоздалое ХргВм (20% случаев), а в группе ОАп — недостатки в осуществлении антибактериальной терапии (17% наблюдений) и несвоевременное (позднее) проведение операции (14%). В среднем в структуре дефектов МедП при ОАп, ОЖКК, и ОКН погрешности обследования и лечения преобладали в 48 и 36% случаев, соответственно, а дефекты постановки диагноза и обеспечения преемственности, соответственно, составили 13 и 3%.

Данные о результатах тематических экспертиз (ТЭ) КМП позволили обосновать типовые причины ненадлежащего КМП. Сведения о них доведены Руководства и специалистов СПбМедОрг, в которых проведены орг.-метод мероприятия по рационализации предоставления МедП (разработаны меры по устранению дефектов; созданы и внедрены протоколы оказания МедП; усовершенствована система контроля за КМП; подготовлены согласительные методические документы по оптимизации оказания больным). В 2016–2020 гг. на основании изучения результатов контрольных исследований констатированы уместность и востребованность проведенных мер организационного реагирования. Вместе с тем, по данным проведенной работы оказалось очевидным, что для принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности оказания МедП больным ОЖ, выполнения только тематических ЭКМП явно недостаточно.

В ходе исследования, специально изучены параметры результатов проведения целевых экспертиз (ЦЭ) КМП в случаях заболеваний группы ОЖ. Необходимость в изучении сведений ЦЭ КМП, как уже указывалось, обуславливалась ещё и фактом роста в течение 2016 г. показателей П/оЛ по основным нозологиям ОЖ: при ОКН на 4%, УщГр — на 2%, при ПрбГДЯ — около 2%, в случаях КрвГДЯ — 4–5%, а при ОАп обращало на себя внимание увеличение частоты случаев летальных исходов, в 3 раза.

Численность контингента больных, умерших неоперированными при верификации у них ОХЗОБрП, рассматривается, как один из важных поводов для проведения ЭКМП. В 2016 г. констатировано 153 таких наблюдений. При анализе причин уклонения специалистов от активной хирургической тактики, эти случаи распределились по 6 основным группам. Специальное изучение данных ТЭ КМП о пациентах 3-х крупных стационаров Санкт-Петербурга с равнозначными показателями по коечной емкости (Госпиталь Ветеранов и Войн (ГВВ), Елизаветинская и Мариинская Б-цы) позволило установить, что чаще всего (64%) причины низкой оперативной активности могут быть отнесены к «ошибкам учета» и сопряжены с очевидной мотивацией проведения ТЭ КМП в конкретных МедОрг.

Целенаправленное проведение ТЭ КМП в СПбЕлиз.Б-це по 20 наблюдениям ОАп показало, что без проблем АЭ лапароскопически выполнялась во всех случаях. Однако, надлежащим КМП могло быть констатировано только в 1 случае, а в 19 наблюдениях формально нельзя, было не отметить дефекты. Наиболее значимой претензией, которую можно было бы предъявить участникам ЛДП, оказывалось выполнение санации и дренирования БрП без должных оснований. Ещё

одним дефектом, выявляемым в ходе тематической ЭКМП больным ОАп в СПбЕлиз.Б-це оказались погрешности формулировки диагноза и ведения медицинской документации (19 и 4 случаев, соответственно). Они объясняются сугубо небрежностью при работе с мед. документами, а не дефектами в клинической деятельности.

Проведение 235 ЦЭ КМП, оказанной пациентам СПбЕлиз.Б-цы при патологии профиля АбдХ, позволило констатировать, что МедП может быть признана надлежащей в 42% случаев. Однако среди наблюдений ненадлежащего КМП преобладали случаи I — III классов, а наблюдения ненадлежащей МедП V и VI классов (т.е. наиболее значимые в плане социальных последствий) не отмечены. Эти данные позволяют считать, что при оказании МедП пациентам по профилю «неотложная АбдХ» сотрудниками учреждения системные дефекты не допускались. Выявляемые погрешности предоставления МедП оказываются не столько техническими, сколько могут быть отнесены к недостатку формальной фиксации данных о ходе и результатах ЛДП в базах данных учреждений. Последнее не критично в плане влияния на течение заболевания и его исход. Однако, обнаруживаемые дефекты МедП, могут способствовать искажению статистических сведений, вызывая недоумение и становясь поводом для нареканий и претензий, как со стороны пациентов (их представителей), так и организаторов Здрхр.

ЦЭ КМП осуществлялись в двух ракурсах: непосредственно экспертом-специалистом, как случай по разбираемому профилю; и в виде коллегиального разбора на ГорКЭК.

В 2012–2014 гг. при ежегодном изучении особенностей клинко-экспертного процесса в СПб в отношении хирургической службы специалистами подразделений государственных структур (Комитета по Зрвхр СПб, МИАЦ), ответственных за контроль КМП (в том числе и при заболеваниях группы ОЖ) ежегодно регулярно осуществлялось около 100 экспертиз и проводилось 22–25 разборов в коллегиальном формате.

Данные о ЦЭ КМП в 2017–2019 гг., отражают очевидность тенденции по снижению общего количества случаев проведения ГорКЭК. Однако их анализ за три года, показывает, что наблюдения хирургического профиля, заявляемые на разбор по оценке КМП, составляли явное большинство (всего проведено 405 экспертиз, из них по профилю «хирургия» — 225, т.е. — 55%). При этом в основном проводились разборы по случаям экспертиз профиля АбдХ, что, в свою очередь, включает наблюдения с ОХЗОБрП с оказанием МедП в ургентном режиме.

Оценка КМП у пациентов по профилю АбДХ нередко сопряжена с необходимостью проведения нескольких экспертиз КМП на ряде этапов её оказания. В частности, в 2017 г. из числа солитарно проведенных ЭКМП по профилю «хирургия» в 19% наблюдений выделены случаи оценки мед.деятельности, осуществлённые неоднократно у одних и тех же пациентов, что связано с многоэтапностью оказания МедП, и что также обуславливало необходимость градации качества её предоставления на каждом этапе.

В 2017 г. при выделении среди 69 случаев изолированных ЭКМП хирургического профиля, сопровождавшихся параллельным выполнением ЭКМП по другим специальностям, установлено, что в 16 наблюдениях осуществление экспертиз КМП (в случаях её оказания больным патологией хирургического профиля) проводилось ещё и параллельно с 21 экспертной оценкой КМП по профилям специальностей не хирургической направленности.

В целом анализ данных исследования позволяет считать, что при осуществлении отдельных целевых экспертиз КМП не всегда однозначно можно прийти к общему мнению, а оценочных возможностей автоматизированной технологии экспертизы (АТЭ) КМП, оказывается недостаточно. В этих ситуациях разборы целесообразно осуществлять коллегиально специалистами профессионального сообщества. Поэтому в системе управления КМП особое место должно отводиться деятельности Клинико-Экспертной Комиссии, на основании решений которой оказывается возможным отвечать на все спорные вопросы, возникающие в процессе оценки качества медико-социальной помощи, определения трудоспособности, рассмотрение конфликтных ситуаций, претензий, жалоб и др.

С 2016 г. общее число случаев разбираемых на СПбГорКЭК, в том числе и по профилю «хирургия», уменьшилось. Основная причина последнего — снижение численности изучения случаев летальных исходов, представляемых наблюдений для целенаправленного (активного) разбора.

В течение 2012–2017 гг. наиболее частым поводом к проведению ГорКЭК оказались обращения граждан или представителей немедицинских организаций. В количественном плане они остаются стабильными и даже возрастают. Показатель удельного веса случаев надлежащего КМП, разбираемых, как правило, на СПбГорКЭК в связи с обращениями граждан, колеблется от 20,8 до 49,4%.

Самые стабильные показатели работы СПбГорКЭК наблюдались в 2011–2014 гг. за это время проведены

159 разборов, число случаев хирургического профиля сохранялось на уровне 23–25 наблюдений в течение года.

На заседаниях ГорКЭК обычно осуществляется оценка качества лечения пациентов в стационарах, подведомственных СПбКомЗдрава. Чаще всего рассматриваемые случаи квалифицируются, как наблюдения ненадлежащего КМП в пределах I — III классов, что не критично в плане последствий допускаемых дефектов. Оценка КМП лечения по профилю «хирургия» на ГорКЭК осуществляется, в основном, из числа случаев неотложной практики. Диапазон показателей ненадлежащего КМП I — II класса в МедОрг разного уровня не высок. Дефекты МедП с влиянием на состояние пациента (III — VI класс ненадлежащего КМП) чаще отмечается в стационарах нефедерального подчинения. В специализированных ЛПУ, МедП в которых чаще оказывается в плановом порядке, индексы частоты случаев надлежащего КМП выше, чем при обследовании и лечении пациентов в т.н. «скоропомощных» стационарах. В клиниках федерального подчинения констатируются самые высокие показатели надлежащего КМП — 56%. Специалисты федеральных клиник привлекаются для участия в работе на заседаниях ГорКЭК, в основном, в случаях, когда сотрудникам этих ЛПУ приходится заниматься устранением осложнений заболеваний (выполнением сложных ХирВм), как правило, на заключительных этапах оказания МедП пациентам.

При оценке на заседаниях ГорКЭК качества лечения пациентов по профилю «неотложная хирургия», надлежащим оно признано в 18% случаев. При инициации оценки КМП в связи с обращениями граждан эти случаи в 52% трактуются как наблюдения — ненадлежащего КМП I — II класса (т.е. с дефектами некритичными по своим последствиям), а в 30% выявляются погрешности в МедП с влиянием на состояние пациента (случаи III — VI классов ненадлежащего качества лечения). В специализированных МедОрг для пациентов с патологией общесоматического профиля показатели предоставления надлежащего КМП выше, чем в т.н. скоропомощных МедОрг. Самый высокий показатель (83%) оценки надлежащего качества МедП отмечается в Федеральных клиниках с плановым приёмом пациентов.

При рассмотрении результатов оценки КМП в случаях её предоставления по профилю «хирургия» градация качества несколько изменяется в динамике (в 2013 г. надлежащим КМП констатировано почти в 21% наблюдений, а в 2014 г. — в 43,1% случаев). Частота случаев предоставления хирургической помощи с дефектами, незначимыми по влиянию на состояние пациента (ненадлежащее КМП I — II классов), со временем увеличи-

лась почти до 38%, а количество случаев ненадлежащего КМП III — VI класса — уменьшилось.

Оценивая случаи разборов о состоянии КМП на СПбГорКЭК с учетом хирургических специальностей в 2014–2017 гг. констатировалось, что в каждом втором случае комиссионно разбирались наблюдения по профилям: «абдоминальная хирургия» — 22 мед. организации, «онкологии» — 21, «урология» — 4. В целом показатель численности разборов КМП при ХЗОБрП превышает 50%.

Об улучшении показателей работы Комиссии отчасти можно судить по результатам оценок экспертного процесса. В 2014 г. на заседании СПбГорКЭК, при рассмотрении случаев КМП, полностью отсутствовали наблюдения с оценкой ненадлежащего качества оказания МедП 6 класса, а количество случаев, признанных как наблюдения с надлежащим уровнем КМП, увеличилось на 7%.

В целом основными проблемами, отмечаемыми на СПбГорКЭК с 2010 по 2020 гг. оказывались: отсутствие своевременной клинической трактовки диагностических находок при ультразвуковых и КТ-исследованиях (что, соответственно, сочеталось с запоздалыми тактическими решениями); неполное использование ресурсов диагностики (особенно при повторных дорогостоящих исследованиях); невыполнение обязательного объема обследования больных, поступающих в стационар по скорой помощи; отсутствие мониторинга бактериологических исследований в специализированных отделениях хирургической инфекции.

Этап работы СПбГорКЭК до пандемии COVID-19, озаглавлен тем, что по состоянию на 2018 г. (с 2008 г.) на заседаниях Комиссии рассмотрены 385 случаев оценки КМП. В 240 наблюдениях разобраны особенности оказания МедП при патологии хирургического профиля, что составило 62% от общего количества коллегиального обсуждения случаев, а каждое третье наблюдение хирургического профиля, в свою очередь, относилось к заболеваниям группы «острый живот».

Количество случаев, предоставляемых для экспертной оценки КМП профессиональным сообществом, оказывалось не стабильным. Последовательно и наиболее ритмично СПбГорКЭК функционировала в 2011–2015 гг. В это время за 12 месяцев проводился коллегиальный разбор около 40 случаев. С 2016 г. количество разборов стало уменьшаться. Общая численность рассмотренных на ГорКЭК случаев оказания МедП, в 2,5 раза и в 4 раза заболеваний хирургического профиля. Это связано с тем, что регламент и порядок работы ГорКЭК

в предковидные годы несколько менялся, в поисках оптимальности администрирования клиничко-экспертного процесса.

Вместе с тем, востребованность работы Комиссии очевидна, как уже указывалось, только в 2016 г. в СПб от ОХЗОБрП констатировали смерть у 26 человек, что официально зафиксировано, как наблюдения не оперированных пациентов. Всего в 2016 г. в СПбМедОрг формально оказывались не оперированными 264 пациента с диагнозом ОХЗОБрП, при которых проведение операции должно было быть показано безапелляционно. Ситуация требовала особого осмысления т.к. показатель послеоперационной летальности только при ОАп в 2016 г. увеличился в 3 раза.

Всего в группе, включающий в себя пациентов с 7 основных нозологий ОЖ и учтенных в официальных мед. стат. формах (Ф.14 и Ф.30), в 2016 г. неоперированными и умершими оказалось 153 чел. При ориентире на неофициальные формы отчетности, разработанные в СПб [6] сведения выглядят еще более тревожно, т.к. несоответствия по показателям, касающимся предоставления МедП больным ОЖ оказались очень значимыми. Последнее, как установлено, в основном связано не с технологическими, а с организационными причинами (в частности, — в связи с неадекватным учетом статистических данных).

Причины недостаточной оперативной активности в отношении пациентов с основными формами заболеваний ОЖ сведены в 6 основных групп. При случаях ошибок медико-статистического учёта в СПб, что уже отмечалось на примере анализа данных по СПбЕ-лиз.Б-це, в ряде наблюдений потребовался их углубленный разбор. В частности, особо оценено содержание мероприятий по консервативному лечению у больных перфоративной язвой желудка и ДПК (5 случаев). Несмотря на столь тревожный фон, отмечаемый по статистическим данным в 2016 г., случаи летальных исходов, сопряженные с низким уровнем оперативной активности, целенаправленно коллегиально с участием членов ГорКЭК разобраны не были. Причин ослабления внимания менеджеров органа Управления Здравоохранения Санкт-Петербурга к такому инструменту контроля КМП, как ГорКЭК несколько: отсутствие единой идеологии по управлению системой КМП; нерациональное перераспределение функций по контролю КМП структур СПб КомЗдрава, ТерФонда, Росздравнадзора в 2017–2020 гг.; возможность неоднозначной трактовки положений приказов; устранение должности главного внештатного специалиста города по контролю КМП; недостаточность публичного обсуждения результатов деятельности экспертов; несоответствия содержания документов, регламентирующих контроль и управле-

ние КМП сегодняшнему дню развития здравоохранения в городе. К этому, как уже констатировалось, следует добавить претензии со стороны надзорных органов немедицинского предназначения [11].

Тем не менее, представляя данные о результатах работы СПбГорКЭК, можно констатировать, что эффективная работа этого института контроля за КМП,— гарантия успешной медицинской деятельности (в целом) и хирургической (в частности). На примере положительной динамики развития в городе службы АбдХ очевидна значимость соблюдения системного подхода к оценке результатов деятельности сотрудников конкретных хирургических коллективов и принятия своевременных целенаправленных управленческих решений. Анализ деятельности СПбГорКЭК позволяет считать, что, кроме разборов инициированных обращениями граждан, активное изучение причин случаев летальных исходов должно быть одним из приоритетных направлений в деятельности КЭК разного уровня.

В целом можно констатировать, что в СПб сложилась и функционирует (в некотором роде — уникальная) система оценки КМП, которая позволяет всесторонне и подробно судить о деятельности специалистов как системы здравоохранения в городе в целом, так и об уровне профессионализма сотрудников МедОрг в частности. Количество наблюдений по востребованности проведения экспертизы КМП, осуществляемых представителями профессиональных сообществ, уменьшается, а частота индукции экспертной оценки МедП в ракурсе «уголовных дел» возрастает. Для понимания этого феномена отдельно проанализированы роли административных и управленческих направлений КЭП в АбдХ.

В СПб оценены данные об эффективности мероприятий, осуществленных в ракурсе совершенствования КЭП после принятия управленческих решений, как в плане возможности улучшения результатов оказания МедП больным ОЖ. Это, прежде всего, касается вопросов совершенствования системы отчетности по АбдХ. В частности, в СПб с 2013 г. под руководством Главного хирурга города и его заместителя по абдоминальной хирургии внедрена нестандартная форма отчетности по разделу «абдоминальная хирургия», адаптированная к особенностям работы специалистов хирургической службы СПб МедОрг. Посредством использования этой неформальной отчетной формы представилась возможность оценить в динамике работу хирургов города и обеспечение населения МедП в случаях заболеваний по профилю «абдоминальная хирургия» именно с позиции контроля качества оказания МедП и управления последним.

Изучение результатов оказания МедП по экстренной АбдХ в новом формате учета, позволило установить:

1. в 2018 г. число больных с ОЖ несколько снизилось, с колебаниями параметров от 16 до 14 тысяч случаев в году. Эти показатели сугубо среднестатистические и их значения свидетельствуют, что в настоящее время хирургическая служба города полностью справляется со своими задачами;
2. структура ОЖ продолжает, несколько трансформироваться в позитивном плане, а именно: в 2018–2019 гг. отмечается снижение числа случаев госпитализации больных практически по всем основным формам ОХЗОБП. Особое внимание, как уже отмечалось, обращено на показатели касающихся наблюдений ОПкр. Если в 1995 году — таких случаев наблюдалось 3 900, в 2012 г. — 4 300, то в 2018 г. констатируется показатель — 3 100 случаев. В процентном выражении соотношение численности контингента больных с ОПкр среди нозологий ОЖ. составляло: в 2005 г. — 43%, 2016 г. — 24%, а в 2018 г. — 21%. В целом, отмечается явно положительная тенденция на уменьшение численности контингента таких пациентов и это, несомненно, связано, в том числе и с организационной работой, проведенной с учетом результатов выполненных тематических экспертиз;
3. в СПбМедОрг в последние годы изменяется показатель оперативной активности. Происходит это, в разной степени при разных заболеваниях. В частности, увеличилось количество операций, осуществляемых больным с ОАп и ОКН. Показатель оперативной активности при УщГр, так же как и при ОХол, не нарастает. Количество операций, проведенных больным ОХол, остается стабильным на протяжении последних 10 лет (2 500–3 000 в год) и даже имеют некоторую тенденцию по уменьшению. Численность контингента больных, оперированных по поводу Перф. и Кров.ГДЯ — снизилась, так же как и при ОПкр;
4. обращает внимание факт снижения в СПб в последние годы, показателя числа умерших, оперированных при 7 формах ОЖ посредством, так называемых, традиционных (лапаротомных) доступов.

Представленные ранее тревожные данные о возросших показателях летальности при ОАп, на что обращалось внимание на основании сведений из традиционных статистических форм отчетности, при целенаправленном анализе данных, собранных в новом неформальном ракурсе, оказались несколько преувеличенными. В частности, параметры П/оЛ существен-

но снизились по всем основным нозологиям ОЖ, кроме случаев ПерфГДЯ. По сравнению с 2017 г. показатель П/ОЛ при ОАп в 2018 г. снизился более, чем в 2 раза.

Что касается сроков пребывания больных ОЖ на догоспитальном этапе, то тенденции к их увеличению не наблюдается. В 2015–2019 гг. соотношение госпитализации до 6 часов и после 24 часов сохраняются примерно 4 000 и 7 500, соответственно.

В процентном отношении (т.е. относительные показатели) больным нозологиями группы ОЖ операции чаще выполняются до 6 часов после госпитализации.

Показатель средней общей П/ОЛ в группе больных ОЖ в 2018 г. в Санкт-Петербурге составил около 3%.

Касаясь данных по численности контингента больных умерших по причине ОХЗОБП не оперированными в СПб МедОрг в 2016–2018 гг., можно констатировать, что отмечается снижение этого показателя. Последнее очевидно по всем основным 7 формам острого живота. Параметр частоты случаев смерти больных ОЖ, умерших в 2018 г. не оперированными, вероятно должен анализироваться индивидуально, без учета данных официальных форм статистики. Группу больных, не оперированных и не получавших надлежащей МедП на предыдущих этапах лечения, но поступивших с осложнениями заболевания по причине запоздалой диагностики в другие МедОрг, чаще всего составляют пациенты с ОАп. Подобная ситуация — самая частая причина несурзанности в статистических отчетах. Очевидно, что при постановке диагноза ОХЗОБП и воздержании от активных хирургических действий, в отношении пациентов необходимо делать поправку на нередкое их пребывание в состоянии шока, коморбидность и ряд других причин отказа от операции. В случаях ОПкр — соотношение численности контингентов оперированных / не оперированных пациентов в ЛПУ Санкт-Петербурга в 2016–2019 гг. (по сравнению с предыдущим десятилетием) оказывается вполне приемлемым, хотя известны, как абсолютные, так и относительные показания к хирургическому лечению больных ОПкр. Так же как при оценке результатов оказания МедП при этом заболевании должна учитываться информация об используемых хирургами доступах (лапаротомных, забрюшинных и лапароскопических). В разных СПб МедОрг специалисты формируют показания к использованию этих доступов на основании разных критериев.

Главным хирургом Минздрава России проф. А.Ш. Ревишвили в последние годы налаживается унифицированная система отчетности на Федеральном уровне. Как будет развиваться этот вид менеджмента в неот-

ложной хирургии покажет время. Накапливаются данные и проводятся аналитические исследования [4].

Заключение

Анализ данных проведенного исследования позволяет считать, что перспективы решения задач по повышению объективности в экспертном процессе оценки качества оказания МедП больным ОХЗОБрП в СПб могут быть связаны со следующими направлениями совершенствования в АбдХ:

1. продолжением масштабного внедрения в практику инновационных (роботизированных) хирургических технологий.
2. аргументированной мотивации осуществления дальнейшей активизации плановой госпитализации пациентов с патологией ОбрП, потенциально опасной в плане формирования её осложнений в виде нозологий ОЖ, с направлением больных, прежде всего, в стационары с нескорпомощным режимом организации деятельности.
3. целенаправленном осуществлении мероприятий лечебно-диагностического процесса с соблюдением требований, изложенных в национальных рекомендациях, протоколах и, особенно, медико-экономической стандартизации хирургической деятельности.
4. постоянном взаимодействии специалистов региональных отделений Российского общества хирургов с представителями структур системы контроля КМП в Органах Управления Здравоохранения Регионов в плане совершенствования содержания протоколов оказания МедП пациентам с заболеваниями хирургического профиля с внедрением в лечебный процесс и в экспертную оценку мероприятий, предусмотренных стандартами МедП при проведении ведомственных и вневедомственных экспертиз КМП.

Эти управленческие мероприятия на перспективу должны быть прерогативой Руководства и ведущих специалистов Органов Управления Здравоохранением субъектов федерации и Территориальных Фондов ОМС, ответственных за деятельность по управлению службой контроля за качеством предоставляемой медицинской помощи, главных хирургов регионов и главных врачей МедОрг, руководителей их хирургическими службами и подразделениями по контролю за безопасностью медицинской деятельности при должной заинтересованности политическоего Руководства субъектами федерации России.

Опираясь на данные по оценке качества медицинской помощи, возможно улучшение результатов предоставления МедП больным состояниями, относящимися к группе «острый живот».

ЛИТЕРАТУРА

1. Мовчан К.Н. Результаты эффективности обследования и лечения пациентов с патологией хирургического профиля по данным экспертизы качества медицинской помощи / К.Н. Мовчан, В.В. Ерошкин, А.Д. Тарасов и др. // *Вестн. рос. Воен.-мед. акад.* — 2016. — Т. 4, № 56. — С. 164–169.
2. Мурашко М.А. Качество медицинской помощи: пора меняться // *Вестн. Росздравнадзора.* — 2017. — № 1. — С. 10–21.
3. Иванов И.В. Система управления качеством и безопасностью в медицинской организации. Современное состояние / И.В. Иванов // *Вестн. Росздравнадзора.* — 2019. — № 6. — С. 15
4. Хирургическая помощь в Российской Федерации: Информационно-аналитический сборник за 2019 год / А.Ш. Ревишвили, В.Е. Оловянный, В.П. Сажин [и др.]. — Москва: Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского, 2020. — 132 с. — ISBN978–5–6043874–9–8. — EDN IWXXNR.
5. Официальный сайт Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ) [Электронный ресурс] // URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=10246v> (дата обращения: 02.06.2020).
6. Яблонский, П.К. Возможность использования элементов управленческого учета при оценке эффективности деятельности хирургической службы крупного города (на примере Санкт-Петербурга) / П.К. Яблонский, Я.С. Кабушка, Г.М. Орлов и др. // *Вестн. СПбГУ. Серия 11. Медицина.* — 2016. — Вып. 4. — С. 62–75.
7. Мурашко М.А. Резервы снижения смертности и увеличения продолжительности жизни / М.А. Мурашко, А.И. Панин // *Вестн. Росздравнадзора.* — 2019. — № 1. — С. 4–24.
8. Татаркин В.В. Значение экспертной оценки качества медицинской помощи в улучшении результатов её оказания при острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости: автореферат дис. ... канд. мед. наук.: 14.01.17 — хирургия, 14.02.03 — общественное здоровье и здравоохранение. СПб., 2021. — 24 с.
9. Ingraham A. Assessment of emergency general surgery care based on formally developed quality indicators / A. Ingraham, A. Nathens, A. Peitzman et al // *Surgery.* — 2017. — Vol.162, № 2, — P. 397–407.
10. Bohnen, D.J. Quality and Patient Safety Indicators in Trauma and Emergency Surgery: National and Global Considerations / J.D. Bohnen, G.A. Anderson, H.M.A. Kaafarani // *Cur. Trauma Rep.* — 2018. — Vol.4. — P. 9–24.
11. Бастрыкин А.И. Криминалистическая характеристика преступлений, связанных с ненадлежащим оказанием медицинской помощи и медицинских услуг [Электронный ресурс] / А.И. Бастрыкин. — Режим доступа: <http://www.moniiag.ru/wp-content/>.
12. Шаркова И.В. Трансформация имджа Российского Здравоохранения в период пандемии COVID-19 в информационном поле // *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины.* — 2020. — № 51.
13. Чавлецов В.Ф. Автоматизированная технология экспертизы качества медицинской помощи: структура, результаты и перспективы применения: информационные материалы / В.Ф. Чавлецов, С.М. Михайлов, М.А. Карачевцева. — СПб., 2007. — 65 с.
14. Ревишвили А.Ш. Состояние экстренной хирургической помощи в Российской Федерации / А.Ш. Ревишвили, А.В. Федоров, В.П. Сажин // *Хирургия.* — 2019. — № 3. — С. 88–98.

© Татаркин Владислав Владимирович (vlad1k2@yandex.ru), Мовчан Константин Николаевич (movchank@miac.zdrav.spb.ru), Яковенко Тарас Васильевич (movchank@miac.zdrav.spb.ru), Морозов Юрий Михайлович (movchank@miac.zdrav.spb.ru), Чернов Кирилл Евгеньевич (movchank@miac.zdrav.spb.ru), Творогов Дмитрий Анатольевич (tvorogovd@bk.ru), Ярцев Максим Михайлович (movchank@miac.zdrav.spb.ru), Коваленко Сергей Александрович (movchank@miac.zdrav.spb.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФЛЕГМОНА ШЕИ, КАК ОСЛОЖНЕНИЕ ПАРАТОНЗИЛЛЯРНОГО АБСЦЕССА

NECK PHLEGMON AS A COMPLICATION OF PARATONSILLAR ABSCESS

A. Teuvov
h. Baziev
Z. Lovpache
Z. Lukyaeva

Summary. In recent years, a paradigm shift in the treatment of chronic tonsillitis has led to a significant decrease in the number of tonsillectomy, which contributes to the growth of infectious and inflammatory diseases in the oral cavity and pharynx. The frequency of distribution of paratonsillar abscesses tends to increase, which, in turn, leads to the development of such dangerous complications as neck phlegmon. Purulent diseases of the neck and pharynx occur against the background of a significant decrease in immunity, which is facilitated by concomitant somatic pathology: diabetes mellitus, rheumatoids, Wegener's disease, chronic renal failure. Phlegmons of the neck tend to spread and can be complicated by sepsis, mediastinitis, which gives a mortality rate of 10–25%. Most of all, the prospects for a patient with neck phlegmon are affected by the time elapsed from the onset of the disease to the start of treatment, which is based on the removal of the infectious focus, drainage of purulent cavities, and antimicrobial therapy.

The purpose of this article is to highlight the main aspects of the diagnosis and treatment of paratonsillar abscesses complicated by neck phlegmon.

Keywords: tonsillitis, paratonsillar abscess, phlegmon, mediastinitis, antibiotics.

Теувов Аслан Алексеевич

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова
teuw@mail.ru

Базиев Артур Мухарбиевич

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова
bazaarth76@mail.ru

Ловпаче Зарема Нуриьдиновна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова
tanka70@yandex.ru

Лукьяева Зулейха Мажмудиновна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова
Zuli220779@mail.ru

Аннотация. В последние годы смена парадигмы в лечении хронических тонзиллитов привела к значительному снижению числа тонзилэктомий, что в совокупности способствует росту инфекционно-воспалительных заболеваний в ротовой полости и глотке. Частота распространения паратонзиллярных абсцессов имеет тенденцию к увеличению, что, в свою очередь, приводит к развитию таких опасных осложнений, как флегмона шеи. Гнойные заболевания шеи и глотки возникают на фоне значительного снижения иммунитета, чему способствует сопутствующая соматическая патология: сахарный диабет, ревматоиды, болезнь Вегенера, ХПН. Флегмоны шеи имеют склонность к распространению и могут осложняться сепсисом, медиастинитами, что дает летальность на уровне 10–25%. Больше всего на перспективы пациента с флегмоной шеи влияет время, прошедшее от начала заболевания до старта лечения, в основу которого положено удаление инфекционного очага, дренирования гнойных полостей и антимикробная терапия.

Цель настоящей статьи — осветить основные аспекты диагностики и лечения паратонзиллярных абсцессов, осложненных флегмоной шеи.

Ключевые слова: тонзиллит, паратонзиллярный абсцесс, флегмона, медиастинит, антибиотики.

Введение

Паратонзиллярный абсцесс в последние годы диагностируется все чаще. Эпидемиологические исследования во всем мире сообщают о заболеваемости порядка 10–37 на 100 тыс. человек [16]. В Европе этот показатель равняется порядка 30 на 100 тыс. населения [1]. В некоторых регионах распространение воспалительных заболеваний миндалин и паратон-

зиллярного абсцесса повышено, что связано с неблагоприятными природными условиями. Так, в Кабардино-Балкарии совокупное число пациентов с болезнями миндалин и с паратонзиллярным абсцессом в 2018 году составляло примерно 297 на 100 тыс. человек [15]. По сравнению с 80-ми годами прошлого века количество плановых тонзилэктомий сократилось в 2,5 раза из-за того, что врачи стали предпочитать консервативные методы лечения. Однако низкая комплаентность

пациентов привела к повышению частоты осложнений тонзиллитов, что проявилось в увеличении заболеваемости паратонзиллярными абсцессами. Рецидивы паратонзиллярных абсцессов даже после проведенного лечения достигают порядка 14,2% [1].

Флегмона шеи является опасным для жизни заболеванием. Примерно в 23% случаев его причиной служит паратонзиллярный абсцесс. Распространение флегмоны в дистальном направлении приводит к поражению средостения (11,6%), что наряду с сепсисом служит причиной примерно 10–25% летальных исходов. Примерно в 40% случаев флегмона шеи наблюдается у иммуно-скомпрометированных лиц, страдающих хронической патологией почек, печени, сердечно-сосудистой системы, сахарным диабетом и др. [12].

Увеличение частоты паратонзиллярных абсцессов закономерно сопровождается ростом их осложнений, включая флегмону шеи. Высокая смертность делает рассматриваемую патологию актуальной в хирургической практике. Цель настоящей статьи — осветить современные аспекты проблемы паратонзиллярных абсцессов с осложнением в виде флегмоны шеи.

Паратонзиллярный абсцесс и его осложнения

Ангина и тонзиллит широко распространены в человеческой популяции, особенно среди молодых людей. Уменьшение частоты проведения операций по тонзилэктомии привело к росту числа таких осложнений, как паратонзиллиты, паратонзиллярные и парафарингеальные абсцессы с осложнением в виде флегмоны шеи [8].

Паратонзиллярный абсцесс — это острое воспаление околоминдаликового пространства. Чаще всего заболевание имеет одонтогенную или тонзилогенную (обострение хронического тонзиллита) природу [6]. Реже причиной могут быть инфекционные заболевания слюнных желез и травматические поражения ротовой полости [13].

К достоверным симптомам паратонзиллярного абсцесса относят выбухание боковой стенки глотки и передних дужек справа или слева с инфильтрацией слизистой оболочки. Обращает на себя внимание возможная асимметрия зева и локальная гиперемия. При осмотре следует оценить состояние зубов и слизистой оболочки полости рта. Может определяться тризм лицевой мускулатуры. Возможно увеличение подчелюстных, подбородочных, надключичных и шейных лимфатических узлов [11]. Пациент жалуется на слабость, повышение температуры, боль при глотании [13].

При отсутствии своевременной диагностики и лечения паратонзиллярный абсцесс может перейти в парафарингеальный абсцесс или флегмону. Причиной такого негативного сценария может стать прорыв паратонзиллярного абсцесса или осложнение после его вскрытия, когда инфицируется парафарингеальная клетчатка. Распространение гнойного процесса в парафарингеальную область чаще всего принимает форму абсцесса, реже — флегмоны [9]. Гной может распространяться дальше по клетчаточным и межмышечным пространствам, по лимфогенным путям, захватывая области переднего и заднего средостения, приводить к тромбозу и сепсису. На начальном этапе назначают антибиотикотерапию с удалением первичного очага инфекции (тонзиллэктомия) и вскрытием гнойного очага (паратонзиллярного абсцесса). Наличие абсцесса или флегмоны требует тщательного дренирования. Его можно осуществлять через нишу в ходе тонзилэктомии и через боковой доступ.

Если во время абсцесстонзиллэктомии обнаруживают, что ниша выстлана некротическими тканями и определяется свищ, ведущий в парафарингеальное пространство, то свищ расширяют, абсцесс вскрывают, а парафарингеальное пространство дренируют. Если флегмона или абсцесс четко локализованы и не имеют тенденцию к распространению, то их вскрытие и дренирование дает быстрый клинический эффект. Тем не менее, в значительном ряде случаев гнойный процесс распространяется на соседние области. Распространение в нижнем направлении приводит к флегмоне шеи и медиастиниту [9].

Пациентам, поступившим с подозрением на паратонзиллярный абсцесс, в срочном порядке проводят эндоскопию ЛОР-органов, клинко-лабораторное обследование, рентгенографию шеи в боковой проекции, рентгеноскопию грудной клетки в двух проекциях [8].

Ультразвуковой метод исследования может быть полезен в диагностике паратонзиллярного абсцесса, который представляет собой скопление гноя между капсулой небной миндалины и глоточными мышцами. На УЗИ абсцесс виден, как хорошо очерченная гипоэхогенная или анэхогенная полость, заполненная жидкостью с неровными краями, обычно вдоль заднебоковой границы миндалины [10].

Поскольку важным элементом лечения является санирование первичного инфекционного очага, необходимо провести дифференциальную диагностику между одонтогенным и тонзилогенным паратонзиллярным абсцессом. Трехмерная компьютерная томография (ЗДКТ) зубочелюстной системы позволяет поставить точку в данном вопросе. Кроме того, существенным

подспорьем становятся данные анамнеза, включая патологию зубочелюстной системы, тонзиллиты, ангины и т.д. Одонтогенный паратонзиллярный абсцесс требует проведения эндодонтического лечения, при тонзиллогенном происхождении показана абсцесстонзиллэктомия [6].

Уточнить этиологию паратонзиллярного абсцесса поможет дополнительное назначение таких исследований, как определение уровня альфа-амилазы слюны, рН-метрии слюны, УЗИ-диагностики паратонзиллярной области, а также консультация лор-врача и стоматолога [13].

Флегмона шеи: клиническая картина

Флегмоны шеи представляют собой реальную опасность для жизни пациента, поскольку способны распространяться дальше вниз в сторону средостения и осложняться сепсисом. Некоторый рост случаев флегмоны шеи в последние годы объясняется поздним обращением за первичной медицинской помощью и неадекватным началом лечения.

Среди флегмон шеи, осложненных гнойным медиастинитом, В.П. Быков и соавт. выделили: одонтогенную флегмону — в 27,5%; тонзилогенную флегмону — в 16%; ятрогенную перфорацию глотки и пищевода — в 16%; флегмонозный ларингит — в 10,1%; аденофлегмону — в 7,2%; травму нижней челюсти и шеи — в 7,2%; флегмону из-за неустановленных причин — в 4,4% случаев [2].

Развитию флегмоны шеи способствует такая патология, как сахарный диабет, алкоголизм, гормонозависимая бронхиальная астма, выраженное ожирение, курсы лучевой терапии [4].

Классическая классификация делит флегмоны шеи на поверхностные и глубокие. В первом случае развитие гнойного процесса наблюдается преимущественно в клетчатке, а во втором — вокруг лимфоузлов. За рубежом различают поверхностные, средние и глубокие флегмоны [3].

Флегмоны шеи делятся на подчелюстные и подбородочные, флегмоны бокового, переднего, заднего отдела шеи, околопищеводные. Флегмона может захватывать несколько анатомических областей, но ограничиваться только шеей: в этом случае ее называют циркулярной флегмоной. Иногда флегмоны шеи дополняются медиастинитом. Представленная классификация в основном представляет ценность для хирургов, поскольку определяет тактику оперативного доступа [9]. Чаще всего, гнойный процесс локализуется в поднижнечелюстной области (44–50%) и в сосудистой ложе (20–25%) [3].

Быстрое распространение гнойного процесса в шею обуславливается развитой системой фасций, межфасциальных пространств, клетчатки. Клиническая картина флегмоны шеи характеризуется болью в области шеи, гипертермией часто с гектическими значениями, симптомами дыхательного стеноза, затруднением при глотании вплоть до отказа от приема пищи [12].

На компьютерной томографии (КТ) в зоне локализации флегмоны шеи отмечают утолщение и снижение дифференцировки мягких тканей, признаки отека [11]. Кроме того, высокой информативной ценностью обладает метод магнитно-резонансной томографии [4].

Осложнением флегмоны шеи может стать гнойный медиастинит. В этом случае на рентгенограмме выявляют расширение тени предпозвоночной клетчатки шеи, скопление пузырьков газа в тени предпозвоночной клетчатки и средостения [4]. Это опасное, угрожающее жизни осложнение. Примерно у 25–40% пациентов с флегмоной глотки и шеи развивается медиастинит, что необходимо учитывать в клинической практике и как можно быстрее начинать хирургическое лечение и лекарственную терапию [2].

Лечение флегмоны шеи

Больше всего на прогноз флегмоны шеи влияет время, прошедшее от начала заболевания, до начала лечения. Также играет роль тип распространения инфекции (локальная или диффузная) [3]. Флегмоны шеи не склонны прорываться наружу, поэтому важно как можно раньше провести хирургическое вмешательство. Чаще всего делают лампасные разрезы, гнойные и некротические участки удаляют, осуществляют дренирование двупросветными силиконовыми дренажными трубками, через которые дренажную полость постоянно промывают и аспирируют раствором гипохлорида. Возможен лаваж клетчаточных пространств шеи озонированным физиологическим раствором. Для промывания гнойных полостей можно использовать диоксидин или гидроксиметилхиноксалиндиоксид, которые позволяют поддерживать высокую концентрацию в инфекционном очаге с минимальным риском побочных эффектов. В случае выраженных дыхательных нарушений иногда требуется проведение трахеотомии [7, 9, 12, 14].

Флегмона шеи может давать такие осложнения, как медиастинит, сепсис, тромбоз лицевых вен, тромбоз синусов твердой мозговой оболочки и т.д. Поэтому очень важно быстрее блокировать инфекционно-воспалительный процесс. В послеоперационном периоде пациенту назначают УФО крови, плазмаферез, гипербарическую оксигенацию [12].

Основные усилия консервативной терапии направлены на устранение микробной интоксикации и элиминацию возбудителя из организма. С этой целью пациенту назначают антибактериальные, иммуностропные, десенсебилизирующие препараты. Пациент получает антибиотики, для которых была показана чувствительность высеваемой микрофлоры. Посевы чаще всего делают на 5% кровяной агар, среду Эндо, тиогликолевую среду и желточно-солевой агар. Чаще всего у пациентов с флегмоной шеи высевают смешанную флору с антибиотикорезистентными штаммами и грибы [12].

Наиболее часто определяемым микробным агентом при паратонзиллярных абсцессах (30% случаев) и обусловленных ими флегмонах является бета-гемолитический стрептококк группы А. Он провоцирует тяжелые некротические фасцииты, миозиты, синдромы токсического шока, сепсиса и т.д. В России зарегистрирована методика экспресс-теста для диагностики данного возбудителя [5].

Как правило, больным с флегмоной шеи назначают цефалоспорины III или IV поколений (цефтриаксон, цефепим и др.). Пациенту обычно дают два вида антибиотиков. При эмпирическом подборе возможно назначение аминогликозидов (гентамицин, амикацин, тобрамицин), карбепенема (меропенем). Если карбепенемы неэффективны, предписывают ванкомицин, а при неэффективности последнего (не отменяя его) дополняют терапию третьим антибиотиком или нитрофуранами. Если пациент получает гликопептиды (ванкоцин), то добавляют антибактериальные средства (амфотерицин В, флуконазол и т.д.). Чаще всего на первом, эмпирическом, этапе пациенту назначают один из цефалоспоринов III–IV поколения, в сочетании с аминогликозидами и метронидазолом. Через 72 часа, после получения анализа на бактериальный посев, терапию корректируют с учетом чувствительности к антибиотикам. А если данных о чувствительности нет, то назначают тиенамицин. Если высеивается бета-гемолитический стрептококк группы А, то показаны бета-лактамы антибиотиков: пенициллин, аминопенициллины, оральные цефалоспорины. При их непереносимости вводят макролиды или линкозамиды. При распространении гнойного процесса на средостение, добавляют ингибиторы протеаз (контрикал, трасилол, гордокс). Через неделю от начала лечения добавляют трипсин, вобэнзим, химиотрипсин. Иммуноотопная терапия базируется на показателях иммунологического статуса. Пациенту вводят человеческий иммуноглобулин. Показана НО-терапия через дренаж (антимикробный эффект) и промывание полостей антисептиками [5, 9, 12].

Признаком успешного лечения флегмоны шеи является, среди прочего, восстановление нормального им-

мунного баланса, что выражается в уменьшении концентрации провоспалительных цитокинов и повышением содержания интерлейкина-4 в периферической крови [7].

Клинический случай

Пациент, мужчина, 47 лет поступил в ГБУЗ «Республиканская клиническая больница» г. Нальчика с жалобами на затруднение дыхания, боли в горле и шее, повышение температуры, озноб.

В анамнезе — хронический тонзиллит (диагноз с 10 лет), артериальная гипертензия II степени, хронический гастрит, сахарный диабет II типа (принимает метформин).

Считает себя больным 2 недели (до госпитализации), когда появились боли в горле (преимущественно справа), пропал аппетит, появилась температура. Два дня назад «стало трудно дышать и больно глотать пищу».

При осмотре лицо бледное, склеры иктеричны, кожные покровы немного влажные, $t_{37,5}^{\circ}\text{C}$. Отмечается небольшое увеличение в объеме правой стороны шеи, поднижнечелюстные лимфоузлы увеличены, болезненны при пальпации. В подчелюстной области определяется флюктуация (инфильтрат). Отмечается небольшая смешанная одышка, ЧД 19/мин, ЧСС 78/мин. Тоны сердца немного приглушенные, ритмичные, АД 142/80 мм.рт.ст. По остальным органам — патологии не выявлено.

Данные ЛОР-осмотра: отек правой паратонзиллярной области, гиперемия зева, язычок смещен влево. Над правой небной дужкой определяется флюктуация, гной в лакунах. Тризм отсутствует.

Общий анализ крови: гемоглобин –140 г/л, лейкоциты — $15,6 \times 10^9/\text{л}$, СОЭ 14 мм/ч, лейкоцитарная формула: метамиелоциты — 1, палочкоядерные нейтрофилы — 7, сегментоядерные нейтрофилы — 52, лимфоциты — 32, эозинофилы — 2, моноциты — 6. Сахар крови — 5,9 ммоль/л.

На рентгенограмме нечеткие контуры глотки и гортани, пузырьки газа в клетчаточном пространстве.

На УЗИ — изменение структуры мягких тканей шеи, гипоехогенные лимфоузлы справа, 6x4 мм.

Диагноз: Хронический тонзиллит, обострение. Правосторонний паратонзиллярный абсцесс. Боковая флегмона шеи справа. АГ II ст. Сахарный диабет II типа.

Лечение: правосторонняя тонзиллабсцессэктомия. Вскрытие флегмоны шеи с установкой дренажей. Про-

ывание полостей 0,02% фурациллином, диоксидином, НО-терапия. Гипербарическая оксигенация.

Цефепим — 2 г 2 раза/сутки. Гентамицин 350 мг 3 раза/сутки внутримышечно. Метронидазол 0,25 г 3 раза/сутки.

Пациент выписан в удовлетворительном состоянии.

Заключение

Паратонзиллярный абсцесс может развиваться по ряду причин и тонзилогенное происхождение стоит на втором месте по частоте после одонтогенного инфицирования. Чаще всего патология развивается на фоне отягчающих факторов, включая, сахарный диабет, обменные нарушения, вредные привычки, болезни печени, почек и др. В конечном итоге это выливается в иммунные отклонения, которые облегчают выход инфекции за пределы первичного очага. Увеличение заболеваемости паратонзиллярными абсцессами и флегмонами в области шеи объясняется изменением стратегии лечения тонзиллита (акцент на консервативную терапию) и низкой комплаентностью пациентов, которые пренебрегают врачебными рекомендациями.

Данные опубликованных статей свидетельствуют о значительном разнообразии существующих классификаций флегмон шеи, но клиническое значение в ос-

новном имеет классификация, базирующаяся на вовлеченных в гнойный процесс анатомических областях, что позволяет хирургу запланировать оптимальный оперативный доступ. Раннее лечение флегмоны шеи во многом определяет перспективы пациента. Принципы антибактериальной терапии базируются на стандартных приемах подбора антибиотиков, включающих эмпирический этап и этиотропное лечение в соответствии с результатами бактериологического исследования. Обязательным элементом терапии служит коррекция иммунитета пациента.

Выводы

1. Снижение числа тонзилэктомией привело к увеличению случаев паратонзиллярных абсцессов и флегмон шеи;
2. На рост заболеваемости флегмоной шеи влияет позднее обращение за первичной медицинской помощью и недостаточная приверженность пациентов врачебным рекомендациям;
3. Среди всех существующих классификаций наибольшую актуальность в хирургической практике имеет классификация флегмоны шеи по анатомическому принципу;
4. Антимикробная терапия флегмоны шеи имеет те же принципы, что лечение любой гнойной инфекции, и включает эмпирический этап и непосредственно этиотропное лечение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алещик И.Ч., Сак В.Н. Эпидемиология местных осложнений хронического тонзиллита и эффективность их лечения // Школа передового опыта в оториноларингологии: сборник материалов областной научно-практической онлайн конференции, Гродно, 25 июня 2020 г. [Электронный ресурс] / отв. ред. Е.Н. Головач. — Электрон. текст. дан. и прогр. (объем 2,7 Мб). — Гродно: ГрГМУ, 2020. — 67 с. — С. 14–17.
2. Быков В.П., Калинин М.А., Собинин О.В., Федосеев В.Ф. Флегмоны шеи и торакальные инфекционные осложнения // Российская отоларингология. — 2011. — № 2(51). — С. 54–61.
3. Григорьев Е.Г., Лепехова С.А., Иноземцев Е.О., Иноземцев П.О. Классификация флегмоны шеи (этиология, локализация, тяжесть состояния, осложнение). Обзор литературы. // Московский хирургический журнал. — 2020. — Т. 3. — С. 47–55. <https://doi.org/10.17238/issn2072-3180.2020.3.47-55>
4. Куницкий В.С., Куликов А.В., Семенов С.А. Диагностика и лечение флегмон шеи // Новости хирургии. — 2009. — Т. 17(№ 1). — С. 77–81.
5. Мальцева Г.С., Гринчук О.Н. Место антибактериальной терапии при стрептококковой инфекции // Медицинский совет. — 2019. — Т. 20. — С. 91–96.
6. Менчишева Ю.А. Дифференциальная диагностика одонтогенных и тонзилогенных паратонзиллярных абсцессов // Евразийский Союз Ученых. — 2015. — № 6(15). — С. 50–52.
7. Пустоветова М.Г., Чикинев Ю.В., Дробязгин Е.А., Кутепова Т.С. Особенности цитокинового статуса у пациентво с глубокими флегмонами шеи и вторичным острым медиастинитом при различных способах лечения // Сибирский научный медицинский журнал. — 2019. — № 39(4). — С. 137–142ю
8. Русанова Н.П., Лебедева Л.М., Мухин Ю.А. Флегмоны шеи // Организационные и общие вопросы отоларингологии. — 2001. — № 2. — С. 51–53.
9. Свистушкин В.М., Мустафаев Д.М. Гнойные осложнения воспалительных заболеваний глотки // РМЖ. — 2015. — № 8. — С. 332–335.
10. Трухин Д.В., Ким И.А., Косуля Е.В., Зубарева Е.А., Гарашенко Т.И. Применение ультразвукового метода исследования в отоларингологии и при заболеваниях органов головы и шеи (обзор литературы) // Медицинский совет. — 2020. — Т. 11(22). — С. 92–100.
11. Харькова Н.А., Егорова Е.А. К вопросу клинико-лучевой диагностики осложнений паратонзиллитов (клинический пример) // Радиология. — 2019. — № 4(76). — С. 81–88.
12. Царькова Е.Г., Мустафаев Д.М., Копченко О.О. Комплексное лечение флегмон шеи с первичным очагом инфекции в лорорганах // Российская отоларингология. — 2008. — № 1(32). — С. 159–163.

13. Чечко А.Н., Владимирова Т.Ю. Рецидивирующий паратонзиллит одонтогенной природы // Наука и инновации в медицине. — 2021. — Т. 6. — № 1. — С. 25–28. DOI: 10.35693/2500-1388-2021-6-1-25-28
14. Шамкина П.А., Кривопапов А.А., Панченко П.И., Рязанцев С.В. Возможности топической терапии бактериальных ЛОР-инфекций // Медицинский совет. — 2021. — Т. 18. — С. 44–54.
15. Шарданов З.Н., Артюшкин С.А., Кривопапов А.А., Шнайдер Н.А., Щербук А.Ю., Щербук Ю.А., Красикова А.И. Воспалительные заболевания лор-органов и ассоциированные с ними гнойно-септические внутричерепные осложнения в Кабардино-Балкарской республике // Медицинский совет. — 2019. — № 20. — С. 121–126.
16. Sowerby L.J., Hussain Z., Husein M. The epidemiology, antibiotic resistance, and post-discharge course of peritonsillar abscesses in London, Ontario // Journal of Otolaryngology — Head & Neck Surgery Volume 42. — № 5. — PP. 5.

© Теуов Аслан Алексеевич (teuw@mail.ru), Базиев Артур Мухарбиевич (bazaarth76@mail.ru),
Ловпаче Зарема Нуридиновна (tank70@yandex.ru), Лукьяева Зулейха Мажмудиновна (Zuli220779@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ КОЛОРЕКТАЛЬНЫХ АНАСТОМОЗОВ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

COLORECTAL ANASTOMOTIC LEAK: STATE OF THE PROBLEM

Z. Totikov
V. Totikov
L. Ibragimov
M.-S. Abdurzakov
U. Taramov
M. Sarbasheva
Z. Sarbasheva

Summary. Despite the widespread occurrence in colorectal surgery of surgical interventions ending in the formation of an anastomosis, its failure remains a serious problem, accompanied by a high rate of complications and deaths. The development of this formidable complication is associated both with the technical conditions for the formation of the anastomosis, and with the individual characteristics of the organism. In order to reduce the incidence of colorectal anastomotic leaks, many surgical approaches and prevention methods have been proposed over the past years and decades, but to date, none of them has significantly improved the results of treatment. The purpose of the review was to analyze current views on the problem of development and prevention of colorectal anastomotic leaks.

Keywords: colorectal anastomosis, anastomotic leak.

Тотиков Заурбек Валерьевич

Д.м.н., профессор, Северо-Осетинская
Государственная медицинская академия,
Владикавказ
z-totikov@mail.ru

Тотиков Валерий Зелимханович

Д.м.н., профессор, Северо-Осетинская
Государственная медицинская академия,
Владикавказ
vz-totikov@mail.ru

Ибрагимов Леча Ахмадович

Аспирант, Северо-Осетинская
Государственная медицинская академия,
Владикавказ
lechaibragimov.1987@gmail.com

Абдурзаков Магомед-Салех Абубакар-Сидикович

Аспирант, Северо-Осетинская
Государственная медицинская академия,
Владикавказ
abdur-zak_mago@mail.ru

Тарамов Умалат Увайсович

Аспирант, Северо-Осетинская
Государственная медицинская академия,
Владикавказ
taramovu@bk.ru

Сарбашева Марзият Магомедовна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский
Государственный университет, Нальчик
Tatyanaacusher@yandex.ru

Сарбашева Зухра Магомедовна

К.м.н., ГБУЗ «Кардиологический центр», Нальчик
Zuhra1268@yandex.ru

Аннотация. Несмотря на широкую распространенность в колоректальной хирургии оперативных вмешательств, заканчивающихся формированием анастомоза, его несостоятельность остается серьезной проблемой, сопровождающейся высокой частотой осложнений и летальных исходов. Развитие этого грозного осложнения связано как с техническими условиями формирования анастомоза, так и с индивидуальными особенностями организма. С целью снижения частоты развития несостоятельности колоректальных анастомозов за последние годы и десятилетия было предложено множество хирургических подходов и методов профилактики, однако на сегодняшний день ни один из них не позволил кардинально улучшить результаты лечения. Целью обзора являлся анализ современных взглядов на проблему развития и профилактики несостоятельности колоректальных анастомозов.

Ключевые слова: колоректальный анастомоз, несостоятельность анастомоза.

Несостоятельность анастомоза (НА) является серьезным осложнением в колоректальной хирургии, которое зачастую сопровождается высокими показателями послеоперационной летальности, а также существенным снижением качества жизни пациентов [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11]. По мнению С. Oprescu et al. [12] НА — это ахиллесова пята современной резекционной хирургии прямой кишки. Еще два-три десятилетия назад смертность от этого грозного осложнения достигала порой 60%, в то время как в настоящее время она составляет 10% [12,13,14,15]. Тем не менее, НА хотя и встречается сегодня реже, все же приводит к осложнениям и летальности, а также к длительному пребыванию пациентов в стационаре и увеличению затрат на лечение [5,16,17,18,19,20,21]. В литературе появляется все больше доказательств того, что НА влияет как на непосредственную, так и на отдаленную выживаемость и частоту рецидивов у больных, оперированных по поводу рака прямой кишки [9,22]. Кроме того, по данным J. Hammond et al. [23] и V.C. Nikolian et al. [11] большинству пациентов с несостоятельностью колоректального анастомоза необходимы бывают повторные оперативные вмешательства, частота которых достигает 67,8% [18]. По мнению M.L. Manwaring et al. [24] отсутствие несостоятельности анастомоза у больных, перенесших резекцию прямой кишки, является «самым важным показателем качества» в колоректальной хирургии.

На сегодняшний день в литературе даже среди хирургов нет единого определения понятия несостоятельности анастомоза [5]. Анализ литературы, посвященной этой проблеме, показывает, что это определение варьирует от наличия абсцесса или кишечного свища и выделений по нему, до признаков перитонита и наличия контрастированной фистулы [25].

Международная группа по изучению рака прямой кишки предложила определение несостоятельности толстокишечного анастомоза, конкретно касающееся передней или задней передней резекции, как «сообщения между внутри- и внепросветным отделами из-за нарушения целостности кишечной стенки в месте анастомоза между толстой и прямой кишкой или толстой кишкой и анусом» [26].

Частота НА, по данным литературы варьирует в зависимости от его локализации, так несостоятельность подвздошно-ободочных анастомозов составляет от 0,5 до 6%, толстокишечных от 0 до 9% и колоректальных от 0 до 20% [2,9,10,11,19,27,28,29,30,31]. Многими исследованиями было установлено, что частота несостоятельности ректальных анастомозов напрямую связана с их высотой от края анального канала, при этом частота НА, по данным ряда хирургов, составляет 1,7%, 4,1% и 7,3% при высоких, низких и сверхнизких анастомозах соот-

ветственно [9,27]. В плановой колоректальной хирургии НА колеблется в пределах 8–12%, в то время как при экстренных оперативных вмешательствах она может достигать 15–20% [32,33].

По мнению V.C. Nikolian et al. [11] на сегодняшний день все еще не ясно, является ли развитие НА, неизбежным результатом, определяемым теми или иными индивидуальными особенностями каждого конкретного пациента, или это изменяемый фактор, на который можно влиять как хирургу, так и производителям медицинского оборудования.

За последние несколько десятилетий были разработаны различные хирургические подходы и методы профилактики направленные на предотвращение развития НА [4,12,34,35,36,37,38,39,40]. Однако, в обозримом будущем НА продолжит оставаться грозным и нередким осложнением в колоректальной хирургии [4].

НА может возникнуть при нарушении процессов заживления анастомоза, даже в том случае, если хирургическая операция была проведена без технических ошибок [4]. Следует отметить, что заживление ран в желудочно-кишечном тракте отличается от заживления кожных покровов и еще не полностью изучено [41].

Стенка толстой кишки состоит из четырех слоев: слизистой оболочки, подслизистой, мышечной и серозной оболочек. Среди этих четырех слоев подслизистая основа, состоящая в основном из волокон коллагена и эластина, является наиболее важным слоем при заживлении анастомозируемых участков, поскольку этот слой обладает самой высокой прочностью. В течение первых трех-четырех дней после операции на желудочно-кишечном тракте фибробласты из подслизистой оболочки становятся активными и начинают продуцировать коллаген [41]. По прошествии пяти дней новая ткань уже приобретает прочность и упругость окружающей здоровой ткани. Примерно через четыре недели после операции реорганизация коллагена почти завершается, а заживление раны составляет около 90%. Таким образом, самый высокий риск НА у здоровых пациентов в первые несколько дней после операции [35,41]. Однако не следует пренебрегать ролью других слоев, так как они также важны в процессе заживления анастомоза [4]. Серозная оболочка, по-видимому, играет важную роль в обеспечении матрикса для фибробластов, в то время как взаимодействие между бактериями, слизью и слизистым слоем также кажется важным для поддержания гомеостаза, при котором может происходить заживление анастомоза [41]. Образование грануляционной ткани также важно во время нормального заживления межкишечного соустья, включая фиброваскулярную ткань, содержащую фибробласты, коллаген и кровеносные сосуды

[42]. Ангиогенез имеет решающее значение для процесса заживления ран, потому что рана должна снабжаться кислородом, питательными веществами и иммунными клетками [4]. Новые кровеносные сосуды и капилляры обычно образуются в течение трех дней после формирования анастомоза и обеспечивают достаточную перфузию тканей. Кроме того, рост капилляров необходим для восстановления нормальной функции кишечника, что включает перенос питательных веществ из слизистой оболочки в кровоток. Существует несколько факторов риска, которые потенциально могут повлиять на заживление ран, такие как возраст, курение и злоупотребление алкоголем, и даже бактерии, такие как *E. faecalis*, которые, как было показано, связаны с повышенным уровнем НА [19,43,44,45]. По мнению O. Jannasch et al. [9] мужской пол, курение, употребление алкоголя, III стадия рака прямой кишки, III–IV степень операционно-анестезиологического риска по классификации ASA, интраоперационное переливание крови, отсутствие превентивной илеостомии, локализация опухоли в среднем и нижнеампулярном отделах прямой кишки являются независимыми факторами риска развития НА.

Профилактика и выявление факторов риска, а также ранняя диагностика несостоятельности колоректальных анастомозов имеют решающее значение для снижения количества осложнений и летальных исходов [4,11]. Факторы, влияющие на пациента, важны для ранней диагностики НА. Даже если хирургическая операция выполнена технически правильно, но способность организма пациента к естественному заживлению нарушена, НА все равно может развиваться [4].

Среди предоперационных факторов, по данным литературы, выделяют два типа: изменяемые, т.е. на которые пациент может повлиять и неизменяемые, которые не могут быть изменены пациентом [4,11].

К изменяемым факторам риска относят алкоголь, курение, ожирение и прием лекарственных препаратов [9,46,47]. Известно, что курение и злоупотребление алкоголем, независимо от возраста пациента и хирургического опыта оперирующего специалиста существенно влияют на частоту развития НА [11,17,45]. В исследовании R.B. Vaucou et al. [48] было показано, что курение увеличивает риск НА почти в четыре раза, до 17%, по сравнению с некурящими (5%). Поскольку кратковременное прекращение курения не снижает риск НА, пациентам рекомендуется бросить курить за четыре-восемь недель до операции и на протяжении всего послеоперационного периода [4].

Некоторые исследования показали, что ожирение и индекс массы тела более 25 могут привести к повышенному риску НА [49]. Хотя ожирение связано с более вы-

соким риском развития НА, другие показатели, такие как окружность талии и соотношение талии и бедер, могут играть большую роль, чем ИМТ, при прогнозировании развития НА [50].

Неизменяемые факторы риска включают в себя пол, возраст, наличие сахарного диабета, опухолевые заболевания и многие другие [4].

По данным целого ряда исследователей у мужчин риск развития НА после резекций прямой кишки выше в 1,7 раза [9,21,29,46]. У мужчин более узкий таз, что увеличивает техническую сложность операции [4,9,11,46]. Кроме того, согласно исследованиям A.H. Kartheuser [51] и K. Kawada, Y. Sakai [50], в которых участвовало в общей сложности 1349 пациентов, из которых 754 были мужчинами, соотношение талии и бедер также, по-видимому, коррелирует с более высокой частотой интраоперационных, послеоперационных осложнений и НА. Исследования также показали, что уровень послеоперационной смертности из-за НА повышается после 60 лет [52].

Хотя сахарный диабет не имеет прямой корреляции с частотой НА, у больных сахарным диабетом и наличием НА, по данным M.A. Ziegler et al. [53] показатели летальности были намного выше — 26,3% по сравнению с аналогичными пациентами, не страдающими диабетом, у которых летальность составила 4,5%.

В исследованиях F. McDermott et al. [46] степень тяжести физического состояния пациента, в частности III и IV степень по ASA, являлась фактором риска нарушения заживления колоректального анастомоза. В то же время S.A. Bertelsen et al. [29] не обнаружили значимой корреляции между степенью тяжести больных по ASA и развитием НА, но в их исследование были включены только больные с I и II степенью по ASA.

По данным ряда исследователей неоадьювантная или адьювантная химиолучевая терапия может повышать риск развития несостоятельности колоректальных анастомозов [12,46].

Предоперационная лучевая терапия разрушает раковые клетки, но также оказывает неблагоприятное воздействие на соседние нормальные ткани и вызывает снижение кровотока за счет фиброза и стеноза кровеносных сосудов [54,55]. По мнению S. Oprescu et al. [12] предоперационная лучевая терапия является предрасполагающим фактором для возникновения НА, в наблюдениях авторов она встречалась в 22,36% случаев после лучевой терапии и только у 14% больных, которым это лечение не проводилось. Кроме того, авторы отмечают, что тип анастомоза также влияет на частоту развития НА — нарушение целостности аппаратных швов на облученной

прямой кишке наблюдалось чаще, чем ручных (64,7% против 35,3%).

По мнению O. Jannasch et al. [9] I и II стадия рака прямой кишки не увеличивают риск НА. Это согласуется с выводами других авторов [56]. J.D. Smith et al. [57] проанализировали влияние стадии опухолевого процесса в целом на частоту НА и не обнаружили статистически значимой корреляции. Однако в ходе проведенного анализа R. Warschkow et al. [58] определили III или IV стадию рака как фактор риска развития НА. С.А. Bertelsen et al. [29] сообщили об отсутствии статистического влияния стадии опухоли на риск НА.

Целый ряд исследований сообщают о корреляции между высотой опухоли и частотой НА, при этом наибольший риск выявлен при формировании анастомоза в дистальных отделах прямой кишки [29,53]. В исследовании O. Jannasch et al. [9] самый высокий риск несостоятельности анастомозов отмечен при локализации их в среднеампулярном отделе прямой кишки. Опубликованный систематический обзор F. McDermott et al. [46] показывает, что для ректальных анастомозов расстояние от анального края является значимым предиктором развития НА, причем риск увеличивается по мере приближения опухоли к анальному краю.

Одним из факторов риска, влияющих на процессы заживления колоректального анастомоза, по мнению некоторых исследователей, является интраоперационная кровопотеря [9,59]. Интраоперационное переливание крови было признано фактором риска развития НА [29,46,58]. Гемотрансфузия также же является фактором риска нарушения заживления ран в целом [60].

Влияние анемии на кишечные анастомозы — широко обсуждаемая тема. Есть авторы, которые утверждают, что анемия не играет роли в развитии НА как независимый фактор, но только при наличии гиповолемии может вызвать гипоксию тканей, способствующую расхождению швов [12]. В то же время, по данным С. Oprescu et al. [12] наличие анемии способствует возникновению НА у пациентов, которым требовалось переливание крови до, во время и / или после операции, частота развития НА у этих больных составила 8,3% по сравнению с 4,32% у пациентов, которым коррекция анемии не требовалась. Кроме того, по данным некоторых авторов при анемии частота НА выше при использовании аппаратных механических швов по сравнению с ручными [61].

По мнению A.H. Fang et al. [4] непосредственно хирургические методы, вероятнее всего практически не оказывают статистического влияния на частоту развития НА. Развитие НА зависит от сложного взаимодействия между факторами риска, связанными с пациен-

том, и факторами риска непосредственно операции [4]. В последнее десятилетие стали широко использоваться для формирования анастомозов различные сшивающие аппараты, в том числе для анастомозов формируемых лапароскопическим доступом [4,12]. Это поднимает вопрос о том, зависит ли частота НА от способа наложения анастомоза.

Хирурги могут сформировать анастомоз во время лапароскопического вмешательства или открытой лапаротомии. Данные о влиянии лапароскопического доступа на частоту НА остаются неубедительными [4,11]. Одна группа исследователей обнаружила, что лапароскопия увеличила частоту НА, однако это можно было объяснить недостаточным опытом оперирующих хирургов, поскольку многие клиники, включенные в исследование, не выполнили необходимое число операций, чтобы преодолеть кривую обучения лапароскопической колэктомии [4,28]. Большинство исследователей пришли к выводу, что лапароскопический доступ не влияет на частоту НА, в сравнении с открытыми операциями [4,11]. В исследовании, проведенном A.C.A. Murray et al. [62] с участием 23568 пациентов, у 2,5% больных после лапароскопических резекций толстой кишки развилась НА, в то время как после открытых операций у 4,5% пациентов, что указывало по мнению авторов на статистически значимое преимущество лапароскопии.

В то же время, метаанализ, проведенный A. Arezzo et al. [63], показал, что, хотя лапароскопия снизила число послеоперационных осложнений и летальность, она не снизила риск развития НА. Таким образом, как показывают данные литературы, выбор операционного доступа не влияет на частоту развития несостоятельности колоректальных анастомозов.

Одним из факторов, который мог бы оказать влияние на частоту развития НА являлась разработка степлерного шва. Впервые хирургические сшивающие устройства были применены Хумером Хьюлтелем в 1908 году, но они стали популярными значительно позже из-за ненадежности и громоздкости ранних инструментов [4]. Благодаря современным достижениям за последние десятилетия сшивающие аппараты и степлерные анастомозы стали более надежными и получили широкое распространение [35]. Скобы позволяют создать прочный анастомоз за относительно короткое время и этот вид анастомоза намного легче освоить хирургам [4]. Однако, несмотря на сопоставимые результаты по числу летальных исходов, несостоятельности анастомоза и инфицированию раны, частота развития стриктур в области колоректального анастомоза, по данным литературы, оказывается значительно выше при использовании скоб, чем при наложении ручных швов: 8% против 2% соответственно [35,64]. Еще одним недостатком степлерных анастомозов

является дороговизна сшивающих аппаратов в сравнении с ручным анастомозом [4,12]. По мнению С. Oprescu et al. [12] стоимость степлерного анастомоза в 8 раз выше, чем ручного.

Большинство исследований, посвященных сравнению эффективности ручных и аппаратных степлерных анастомозов, свидетельствуют о том, что оба метода являются эффективными и нет статистически значимой клинической разницы между двумя методами [65,66]. В исследовании Т.Р. Kingham и Н.Л. Pachter [67] было показано, что использование степлерного шва приводят к меньшим рентгенологическим признакам НА, чем использование ручного шва, но большинство этих признаков не проявляются клинически.

Поиски метода, который бы уменьшал частоту развития несостоятельности колоректальных анастомозов, привели к появлению компрессионных анастомозов с использованием специальных колец еще в 1826 году [4].

Идея подобных анастомозов заключалась в том, чтобы сжать две анастомозируемые стенки кишечника вместе, вызвать одновременный некроз и процесс заживления, ведущий к соединению двух просветов. Было изобретено множество вариантов компрессионных колец, однако наиболее многообещающими устройствами стали компрессионный анастомотический зажим (САС) и внутрипросветное компрессионное анастомотическое кольцо (EndoCAR) [68]. Более ранние варианты компрессионных колец для анастомоза, такие как Valtrac BAR и АКА-2, имели несколько проблем, включая более высокую частоту развития НА, громоздкость и ненадежность [69].

САС и EndoCAR обладают памятью формы и сверхэластичными свойствами, что делает их более применимыми в тканях различной толщины, листовые пружины из нитинола поддерживают постоянное давление на анастомоз [69]. По данным Н. Masoomi et al. [70] испытания этих устройств на животных показали их безопасность и хорошие результаты, резко снизив частоту несостоятельности анастомоза. Кроме того, авторы отметили, что у животных компрессионные кольца были способны уменьшить образование рубцов и уменьшить воспаление в анастомозируемых участках по сравнению со скобками. Проведенные исследования показали, что компрессионные кольца, особенно САС и EndoCAR, являются многообещающей технологией и должны рассматриваться как альтернатива скобам или швам [4].

Еще одним способом, направленным на упрощение формирования колоректального анастомоза и снижение частоты его несостоятельности, является применение внутрипросветных трубок или протезов [4].

Внутрипросветный протез (трубка SBS) представляет собой реабсорбируемый внутрипросветный протез, используемый для укрепления линии шва, обеспечения более адекватного наложения и облегчения наложения швов [71]. Трубка SBS поддерживает кишечник во время шитья, поддерживая размер просвета и удерживая кишечник в фиксированном положении, помогая тем самым хирургу. Впоследствии трубка рассасывается почти сразу после операции. В исследовании N. Buch et al. [72], проведенном на свиньях, трубка SBS смогла снизить натяжение швов и помогла более точно сопоставить анастомозируемые концы, что зачастую имеет решающее значение для заживления анастомоза. Как отмечают авторы, когда необходимо было формировать анастомоз бок в бок, липкая поверхность трубки помогала сохранить положение, тем самым делая формирование швов более простым и точным. Снижение натяжения шовного материала в результате натяжения внутрипросветного протеза также уменьшало ишемию анастомозируемых участков, что еще больше улучшило их заживление [72]. В то же время, по данным исследователей статистически значимых различий в частоте возникновения НА между группой контроля и группой, где использовался внутрипросветный протез, отмечено не было [72,73]. Трубка SBS так и не получила широкого распространения из-за развития лапароскопической хирургии, что сделало ее менее применимой. Кроме того, по мнению A.N. Morks [74], эффективность использования различных внутрипросветных протезов и устройств с целью снижения частоты несостоятельности колоректальных анастомозов не имеет под собой прочную доказательную базу исходя из данных литературы, при этом большинство публикаций относятся либо к исследованиям на животных, либо к небольшим нерандомизированным исследованиям на людях.

Еще одним устройством, разработанным в 1980 году исследователями Ravo и Ger, был так называемый колоцит, который представляет собой внутрипросветную нерассасывающуюся силиконовую трубку, предназначенную для введения в просвет кишки во время формирования анастомоза [74]. Данное устройство фиксируется к подслизистому слою толстой кишки проксимальнее анастомоза. В исследованиях на собаках оно показало почти 100% эффективность, в то время как у 0–8,7% людей отмечались осложнения, связанных с анастомозом [75]. В то же время, масштабных рандомизированных исследований по этой технологии не проводилось. Кроме того, как и другие внутрипросветные устройства, распространение лапароскопической хирургии сделало колоцит более устаревшим, и из-за чего данное устройство так и не получило широкого распространения [74].

В первой половине XX века многими хирургами отмечалась роль кишечных микроорганизмов в развитии

несостоятельности толстокишечных анастомозов, в связи с чем, с целью профилактики этого осложнения стала широко использоваться механическая подготовка толстой кишки к оперативному вмешательству с помощью пероральных препаратов [4,76]. Это привело к снижению числа послеоперационных инфекционных осложнений почти на 20% [77]. Однако в 1990-х годах XX века, когда более широкое использование антибиотиков привело к лучшим результатам в хирургии толстой кишки, использование механической подготовки кишечника стало постепенно уменьшаться [4]. Многочисленные исследования показали, что механическая подготовка кишечника не нужна и не снижает частоту развития НА и других осложнений [76]. С появлением электронных баз данных более поздние исследования показали, что в сочетании с пероральными антибиотиками механическая подготовка кишечника может значительно снизить вероятность НА и инфекции в области хирургического вмешательства [78,79]. В исследовании, проведенном K.L. Guyton et al. [78] было обнаружено, что бактерии, такие как *Enterococcus faecalis*, могут влиять на патогенез несостоятельности анастомоза. По мнению S. Gaines et al. [5] благодаря новым знаниям, таким как микробный метагеномный анализ и лучшему пониманию микробиома кишечника, механическая подготовка кишечника может более точно воздействовать на патогены, без массового разрушения микробиома, как это зачастую бывает в настоящее время.

Одним из методов, используемых интраоперационно для проверки герметичности сформированного колоректального анастомоза и выявления его несостоятельности, является проба с воздухом, когда через шприц, установленный в анальный канал, вводится 60 см³ воздуха в прямую кишку [4]. Этот метод эффективен тем, что занимает минимальное время, несет небольшие риски, имеет низкую стоимость, при этом потенциально может выявить несостоятельность в 25% случаев [80]. Тем не менее, было показано, что частота несостоятельности колоректального анастомоза лишь незначительно снизилась у пациентов, которым выполнялся данный метод, по сравнению с теми, кому он не выполнялся [81].

Одним из факторов, который может влиять на частоту развития НА является адекватная и полноценная инфузи-

онная терапия [4]. Сбалансированная инфузионная терапия позволяет оптимизировать баланс между поступлением и потреблением кислорода тканями [4]. Многими исследованиями было показано, что адекватная и сбалансированная инфузионная терапия улучшает послеоперационный исход у пациентов, перенесших операцию с высоким риском, с более коротким пребыванием пациентов в стационаре, более быстрым восстановлением функции кишечника и снижением числа послеоперационных осложнений [82,83,84]. Однако, хотя было показано, что целенаправленная инфузионная терапия снижает послеоперационные осложнения, а также послеоперационную летальность и продолжительность пребывания в стационаре после травматического хирургического вмешательства, не было доказано, что она снижает частоту НА [46].

Многими хирургами с целью предотвращения развития несостоятельности низких колоректальных анастомозов формируются проксимальные стомы. Так протективная илеостомия была определена как эффективная процедура для снижения риска развития НА [29,57,58,85]. Что было подтверждено в рандомизированном контролируемом исследовании M. Thoker et al. [86] и в работе O. Jannasch et al. [9].

В то же время, по мнению F.D. McDermott et al. [47] формирование проксимальной стомы может только уменьшить последствия, но не снизить риск развития НА.

Заключение

Как показывает анализ литературы несостоятельность колоректальных анастомозов остается серьезной проблемой в хирургии толстой кишки. Несмотря на внедрение новых технологий, сшивающих аппаратов, а также многочисленных способов формирования и протекции колоректальных анастомозов частота НА и связанные с ней осложнения остаются высокими. Наиболее предпочтительным представляется индивидуализированный подход с анализом риска развития НА для каждого конкретного пациента с тщательно подобранной интраоперационной и послеоперационной тактикой ведения. Учитывая сложность и многочисленность факторов, влияющих на возникновение и развитие НА, необходимы дальнейшие комплексные исследования в данном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черкасов М.Ф., Дмитриев А.В., Groшлин В.С., Перескоков С.В., Козыревский М.А., Урюпина А.А. Несостоятельность колоректального анастомоза: факторы риска, профилактика, диагностика, лечебная тактика. // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2019. № 2. Том 29. С. 27–34.
2. Bonjer H.J., Deijen C.L., Abis G.A, et al. A randomized trial of laparoscopic versus open surgery for rectal cancer. //N Engl J Med. 2015; 372:1324–1332.
3. Brown S.R., Mathew R., Keding A., Marshall H.C., Brown J.M., Jayne D.G. The impact of postoperative complications on long-term quality of life after curative colorectal cancer surgery. // Ann Surg. 2014;259:916–923.

4. Fang A.H., Chao W., Ecker M. Review of Colonic Anastomotic Leakage and Prevention Methods. // *J Clin Med*. 2020; 9(12): e:4061. doi: 10.3390/jcm9124061.
5. Gaines S., Shao C., Hyman N., Alverdy J.C. Gut microbiome influences on anastomotic leak and recurrence rates following colorectal cancer surgery. // *Br J Surg*. 2018;105(2): e131–e141. doi: 10.1002/bjs.10760.
6. Gong J.P., Yang L., Huang X.E., Sun B.C., Zhou J.N., Yu D.S., et al. Outcomes based on risk assessment of anastomotic leakage after rectal cancer surgery. // *Asian Pac J Cancer Prev*. 2014;15:707–712.
7. Тотиков З.В., Тотиков В.З., Качмазов А.К. Способ формирования межкишечного анастомоза после низких передних резекций прямой кишки // *Колопроктология*. 2012. № 3(41). С. 34–36.
8. Тотиков З.В., Тотиков В.З., Качмазов А.К., Медоев В.В., Калицова М.В. Способ наложения низких колоректальных и колоанальных анастомозов // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2013. № 4 (139). С. 107–109.
9. Jannasch O., Klinge T., Otto R., et al. Risk factors, short and long term outcome of anastomotic leaks in rectal cancer. // *Oncotarget*. 2015;6: 36884–36893.
10. Jeong S.Y., Park J.W., Nam B.H. et al. Open versus laparoscopic surgery for mid-rectal or low-rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy (COREAN trial): survival outcomes of an open-label, non-inferiority, randomised controlled trial. // *Lancet Oncol*. 2014;15:767–774.
11. Nikolian V.C., Kamdar N.S., Regenbogen S.E., Morris A.M., Byrn J.C., Suwanabol P.A., Campbell D.A., Hendren S. Anastomotic leak after colorectal resection: A population-based study of risk factors and hospital variation. // *Surgery*. 2017;161:1619–1627.
12. Oprescu C., Beuran M., Nicolau A.E., Negroi I., Venter M.D., Morteau S., Oprescu-Macovei A.M. Anastomotic dehiscence (AD) in colorectal cancer surgery: Mechanical anastomosis versus manual anastomosis. // *J. Med. Life*. 2012;5:444–451.
13. Alves A. Factors associated with clinically significant anastomotic leakage after large bowel resection: multivariate analysis of 707 patients. // *World J. Surg*. 2002;26:499–502.
14. Mcgregor J.R., O'Dwyer P.J. The surgical management of obstruction and perforation of the left colon. // *Surg. Gynecol. Obstet*. 1993;177: P. 203.
15. Mella J., Biffin A. Population-based audit of colorectal cancer management in two UK health regions. // *Br J. Surg*. 1997;84:1731.
16. Branagan G., Finnis D. Wessex Colorectal Cancer Audit Working G. Prognosis after anastomotic leakage in colorectal surgery. // *Diseases of the colon and rectum*. 2005;48:1021–1026.
17. Midura E.F., Hanseman D., Davis B.R., Atkinson S.J., Abbott D.E., Shah S.A., Paquette I.M. Risk factors and consequences of anastomotic leak after colectomy: A national analysis. // *Dis. Colon Rectum*. 2015;58:333–338.
18. Hyman N.H., Osler T., Cataldo P., et al. Anastomotic leaks after bowel resection: what does peer review teach us about the relationship to postoperative mortality? // *J Am Coll Surg*. 2009;208:48–52.
19. Sajid M.S., Ahamd A., Miles W.F., Baig M.K. Systematic review of oncological outcomes following laparoscopic vs open total mesorectal excision. // *World J Gastrointest Endosc*. 2014; 6:209–219.
20. Ashraf S.Q., Burns E.M., Jani A., Altman S., Young J.D., Cunningham C, et al. The economic impact of anastomotic leakage after anterior resections in English NHS hospitals: are we adequately remunerating them? // *Colorectal Dis*. 2013;15:190–198.
21. Kang C.Y., Halabi W.J., Chaudhry O.O., Nguyen V., Pigazzi A., Carmichael J.C., et al. Risk factors for anastomotic leakage after anterior resection for rectal cancer. // *JAMA Surg*. 2013;148:65–71.
22. Penninckx F. Anastomotic leakage: a disaster or a challenge with an impact on survival after rectal cancer surgery? // *Colorectal Dis*. 2011;13:237–238.
23. Hammond J, Lim S, Wan Y, et al. The burden of gastrointestinal anastomotic leaks: an evaluation of clinical and economic outcomes. // *Journal of gastrointestinal surgery: official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*. 2014;18:1176–1185.
24. Manwaring M.L., Ko C.Y., Fleshman J.W, Jr, et al. Identification of consensus-based quality end points for colorectal surgery. // *Diseases of the colon and rectum*. 2012;55:294–301.
25. Bruce J., Krukowski Z.H., al-Khairy G., Russell E.M., Park K.G.M. Systematic review of the definition and measurement of anastomotic leak after gastrointestinal surgery. // *Br J Surg*. 2001;88(9):1157–1168.
26. Rahbari N.N., Weitz J., Hohenberger W., Heald R.J., Moran B., Ulrich A., Holm T., Wong W.D., Tiet E., Moriya Y., Laurberg S. Definition and grading of anastomotic leakage following anterior resection of the rectum: a proposal by the International Study Group of Rectal Cancer. // *Surgery*. 2010;147:339–351.
27. Damen N., Spilsbury K., Levitt M., Makin G., Salama P., Tan P., Penther C., Platell C. Anastomotic leaks in colorectal surgery. // *ANZ J Surg*. 2014;84:763–768.
28. Krarup P.M., Jorgensen L.N., Andreassen A.H., Harling H. A nationwide study on anastomotic leakage after colonic cancer surgery. // *Color Dis*. 2012;14(10): e:661–667. doi: 10.1111/j.1463–1318.2012.03079.x.
29. Bertelsen CA, Andreassen AH, Jorgensen T, et al. Anastomotic leakage after curative anterior resection for rectal cancer: short and long-term outcome. // *Colorectal disease: the official journal of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland*. 2010;12:76–81.
30. Fleshman J, Branda M, Sargent DJ, et al. Effect of Laparoscopic-Assisted Resection vs Open Resection of Stage II or III Rectal Cancer on Pathologic Outcomes: The ACOSOG Z6051 Randomized Clinical Trial. // *JAMA*. 2015;314:1346–1355.
31. Stevenson A.R., Solomon M.J., Lumley JW, et al. Effect of Laparoscopic-Assisted Resection vs Open Resection on Pathological Outcomes in Rectal Cancer: The ALaCaRT Randomized Clinical Trial. // *JAMA*. 2015;314:1356–1363.
32. Алиев Ф.Ш., Молокова О.А., Гюнтер В.Э., Чернов И.А., Крутских А.Г., Алиев В.Ф., Лейманченко П.И., Азизов С.Б. Компрессионный способ анастомозирования толстой кишки имплантатами с памятью формы — альтернатива традиционным швам. // *Онкологическая колопроктология*. 2015. № 2. С. 14–26.
33. Дибиров М.Д., Исаев А.И., Чупалов М.О. Компрессионные анастомозы никелид-титановыми кольцами при перитоните. // *Инфекции в хирургии*. 2017. № 1. С. 23–26.

34. Phillips B.R. Reducing gastrointestinal anastomotic leak rates: Review of challenges and solutions. // *Open Access Surg.* 2016;9:5.
35. Ho Y.H., Ashour M.A.T. Techniques for colorectal anastomosis. // *World J. Gastroenterol.* 2010;16:1610.
36. Тотиков З.В., Тотиков В.З., Качмазов А.К., Медоев В.В., Калицова М.В., Мальсагов Р.Ю. Способ профилактики несостоятельности анастомоза после передних резекций прямой кишки и реконструктивно-восстановительных операций. // *Кубанский научный медицинский вестник.* 2013. № 4 (139). С. 109–111.
37. Тотиков З.В. Пути улучшения результатов лечения больных раком прямой кишки, осложненным острой obturационной толстокишечной непроходимостью: дис. канд. мед. наук. Ростов-на-Дону, 2009. 143 с.
38. Тотиков В.З., Тотиков З.В. Рак ободочной кишки, осложненный непроходимостью. Владикавказ: «Изд-во ГБОУ ВПО СОГМА Минздравсоцразвития России», 2013. 220 с.
39. Тотиков В.З., Тотиков З.В. Рак прямой кишки, осложненный острой непроходимостью. Владикавказ: «Изд-во ГБОУ ВПО СОГМА Минздравсоцразвития России», 2011. 150 с.
40. Тотиков З.В. Оптимизация лечебной и диагностической программы при острой непроходимости у больных раком толстой кишки: — дисс. докт. мед. наук. Владикавказ. 2018. 342 с.
41. Bosmans J.W.A.M., Jongen A.C.H.M., Bouvy N.D., Derikx J. Colorectal anastomotic healing: Why the biological processes that lead to anastomotic leakage should be revealed prior to conducting intervention studies. // *BMC Gastroenterol.* 2015;15:1–6.
42. Bao P., Kodra A., Tomic-Canic M., Golinko M.S., Ehrlich H.P., Brem H. The Role of Vascular Endothelial Growth Factor in Wound Healing. // *J. Surg. Res.* 2009;153:347–358.
43. Wiegierinck M., Hoyoju S.K., Mao J., Zaborin A., Adriaansens C., Salzman E., Hyman N.H., Zaborina O., Van Goor H., Alverdy J.C. Novel de novo synthesized phosphate carrier compound ABA-PEG20k-Pi20 suppresses collagenase production in *Enterococcus faecalis* and prevents colonic anastomotic leak in an experimental model. // *B r.J. Surg.* 2018;105:1368–1376.
44. Belmouhand M., Krohn P.S., Svendsen L.B., Henriksen A., Hansen C.P., Achiam M.P. The occurrence of *Enterococcus faecium* and *faecalis* is significantly associated with anastomotic leakage after pancreaticoduodenectomy. // *Scand. J. Surg.* 2017;107:107–113.
45. Richards C.H., Campbell V., Ho C., Hayes J., Elliott T., Thompson-Fawcett M. Smoking is a major risk factor for anastomotic leak in patients undergoing low anterior resection. // *Color. Dis.* 2012;14:628–633.
46. McDermott F., Arora S., Smith J., Steele R., Carlson G., Winter D. Prevention, Diagnosis and Management of Colorectal Anastomotic Leakage. Association of Surgeons of Great Britain and Ireland, Lincoln's Inn Fields; London, UK: 2016. [(accessed on 14 December 2020)]. Issues in Professional Practice. Available online: <https://www.acpgbi.org.uk/content/uploads/2016/03/management-of-colorectal-anastomtic-leakage.pdf>. [Google Scholar].
47. Kim M.J., Shin R., Oh H.-K., Park J.W., Jeong S.-Y., Park J.-G. The impact of heavy smoking on anastomotic leakage and stricture after low anterior resection in rectal cancer patients. // *World J. Surg.* 2011;35:2806–2810.
48. Baucom R.B., Poulouse B.K., Herline A.J., Muldoon R., Cone M.M., Geiger T.M. Smoking as dominant risk factor for anastomotic leak after left colon resection. // *A m.J. Surg.* 2015;2:101–5.
49. Volk A., Kersting S., Held H.C., Saeger H.D. Risk factors for morbidity and mortality after single-layer continuous suture for ileocolonic anastomosis. // *Int. J. Color. Dis.* 2010;26:321–327.
50. Kawada K., Sakai Y. Preoperative, intraoperative and postoperative risk factors for anastomotic leakage after laparoscopic low anterior resection with double stapling technique anastomosis. // *World J. Gastroenterol.* 2016;22:5718–5727.
51. Kartheuser A.H., Leonard D., Penninckx F., Paterson H.M., Brandt D., Remue C., Bugli C., Dozois E., Mortensen N., Ris F., et al. Waist circumference and waist/hip ratio are better predictive risk factors for mortality and morbidity after colorectal surgery than body mass index and body surface area. // *Ann. Surg.* 2013;258:722–730.
52. Damhuis R.A.M., Wereldsma J.C.J., Wiggers T. The influence of age on resection rates and postoperative mortality in 6457 patients with colorectal cancer. // *Int. J. Color. Dis.* 1996;11:45–48.
53. Ziegler M.A., Catto J.A., Riggs T.W., Gates E.R., Grodsky M.B., Wasvary H.J. Risk Factors for anastomotic leak and mortality in diabetic patients undergoing colectomy. // *Arch. Surg.* 2012;147:600–605.
54. Beard J.D., Nicholson M.L., Sayers R.D., Lloyd D., Everson N.W. Intraoperative air testing of colorectal anastomoses: A prospective, randomized trial. // *B r.J. Surg.* 1990;77:1095–1097.
55. Catena F., La Donna M. Stapled Versus Hand-Sewn Anastomoses in Emergency Intestinal Surgery: Results of a Prospective Randomized Study. // *Surg. Today.* 2004;34:123.
56. Boesen A.K., Maeda Y., Rorbaek M.M. Perioperative fluid infusion and its influence on anastomotic leakage after rectal cancer surgery: implications for prevention strategies. // *Colorectal Dis.* 2013;15:522–527.
57. Smith J.D., Paty P.B., Guillem J.G., Temple L.K., Weiser M.R., Nash G.M. Anastomotic leak is not associated with oncologic outcome in patients undergoing low anterior resection for rectal cancer. // *Ann Surg.* 2012;256:1034–1038.
58. Warschkow R., Steffen T., Thierbach J., Bruckner T., Lange J., Tarantino I. Risk factors for anastomotic leakage after rectal cancer resection and reconstruction with colectostomy. A retrospective study with bootstrap analysis. // *Ann Surg Oncol.* 2011;18:2772–2782.
59. Komatsu Y., Orita H., Sakurada M., Maekawa H., Hoppo T., Sato K. Intraoperative blood transfusion contributes to decreased long-term survival of patients with esophageal cancer. // *World J Surg.* 2012;36:844–850.
60. Weber W.P., Zwahlen M., Reck S., Misteli H., Rosenthal R., Buser A.S., et al. The association of preoperative anemia and perioperative allogeneic blood transfusion with the risk of surgical site infection. // *Transfusion.* 2009;49:1964–1970.

61. Komen N., Dijk J.W. After-hours colorectal surgery: a risk factor for anastomotic leakage. // *Int. J. Colorectal Dis.* 2009;24:789.
62. Murray A.C.A., Chiuzaan C., Kiran R.P. Risk of anastomotic leak after laparoscopic versus open colectomy. // *Surg. Endosc.* 2016;30:5275–5282.
63. Arezzo A., Passera R., Scozzari G., Verra M., Morino M. Laparoscopy for rectal cancer reduces short-term mortality and morbidity: Results of a systematic review and meta-analysis. // *Surg. Endosc.* 2012;27:1485–1502.
64. Lustosa S.A., Matos D., Atallah A.N., Castro A.A. Stapled versus handsewn methods for colorectal anastomosis surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2001: CD003144.
65. Choy P.Y.G., Bissett I., Docherty J.G., Parry B.R., Merrie A., Fitzgerald A. Stapled versus handsewn methods for ileocolic anastomoses. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2011: CD004320. doi: 10.1002/14651858.CD004320.pub3.
66. Macrae H.M., McLeod R.S. Handsewn vs. stapled anastomoses in colon and rectal surgery. // *Dis. Colon Rectum.* 1998;41:180–189.
67. Kingham T.P., Pachter H.L. Colonic anastomotic leak: Risk factors, diagnosis, and treatment. // *J. Am. Coll. Surg.* 2009;208:269–278.
68. Zbar A.P., Nir Y., Weizman A., Rabau M., Senagore A. Compression anastomoses in colorectal surgery: A review. // *Tech. Coloproctol.* 2012;16:187–199.
69. Dauser B., Herbst F. NITI Endoluminal Compression Anastomosis Ring (NITI CAR27®): A breakthrough in compression anastomoses? // *Eur. Surg.* 2009;41:116–119.
70. Masoomi H., Luo R., Mills S., Carmichael J.C., Senagore A.J., Stamos M.J. Compression anastomosis ring device in colorectal anastomosis: A review of 1,180 patients. // *A m.J. Surg.* 2013;205:447–451.
71. Van De Putte D., Demarquay C., Van Daele E., Moussa L., Vanhove C., Benderitter M., Ceelen W., Pattyn P., Mathieu N. Adipose-derived mesenchymal stromal cells improve the healing of colonic anastomoses following high dose of irradiation through anti-inflammatory and angiogenic processes. // *Cell Transplant.* 2017;26:1919–1930.
72. Buch N., Glad H., Svendsen P., Oxlund H.R.W., Gottrup F., Hovendal C.P. An intraluminal prosthesis may improve healing of a one-layer colonic anastomosis: An experimental study in pigs. // *Eur. J. Surg.* 2002;168:165–171.
73. Van Der Ham A.C., Kort W.J., Weijma I.M., Van Den Ingh H.F.G.M., Jeekel H. Healing of ischemic colonic anastomosis: Fibrin sealant does not improve wound healing. // *Dis. Colon Rectum.* 1992;35:884–891.
74. Morks A.N. Can intraluminal devices prevent or reduce colorectal anastomotic leakage: A review. // *World J. Gastroenterol.* 2011;17:4461–4469.
75. Ravo B., Ger R. Temporary colostomy — An outmoded procedure? // *Dis. Colon Rectum.* 1985;28:904–907.
76. Güenaga K.F., Matos D., Wille-Jørgensen P. Mechanical bowel preparation for elective colorectal surgery. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2011;2011: CD001544. doi: 10.1002/14651858.CD001544.pub4.
77. Bartlett J.G., Condon R.E., Gorbach S.L., Clarke J.S., Nichols R.L., Ochi S. Veterans administration cooperative study on bowel preparation for elective colorectal operations. // *Ann. Surg.* 1978;188:249.
78. Guyton K.L., Hyman N.H., Alverdy J.C. Prevention of perioperative anastomotic healing complications. // *Adv. Surg.* 2016;50:129–141.
79. Kiran R.P., Murray A.C.A., Chiuzaan C., Estrada D., Forde K. Combined preoperative mechanical bowel preparation with oral antibiotics significantly reduces surgical site infection, anastomotic leak, and ileus after colorectal surgery. // *Ann. Surg.* 2015;262:416–425.
80. Thomas M.S., Margolin D.A. Management of colorectal anastomotic leak. // *Clin. Colon Rectal Surg.* 2016;29:138–144.
81. Wu Z., Van De Haar R.C.J., Sparreboom C.L., Boersema G.S.A., Li Z., Ji J., Jeekel J., Lange J.F. Is the intraoperative air leak test effective in the prevention of colorectal anastomotic leakage? A systematic review and meta-analysis. // *Int. J. Color. Dis.* 2016;31:1409–1417.
82. Тотиков В.З., Тотиков З.В., Миндзаева Е.Г., Слепушкин В.Д. Пути профилактики некоторых интра- и ранних послеоперационных осложнений у больных, оперированных на толстой кишке. // *Колопроктология.* 2015. № 2(52). С. 31–36.
83. Iversen H., Ahlberg M., Lindqvist M., Buchli C. Changes in clinical practice reduce the rate of anastomotic leakage after colorectal resections. // *World J. Surg.* 2018;42:2234–2241.
84. Cannesson M.M., Ramsingh D., Rinehart J., Demirjian A.N., Vu T., Vakharia S., Imagawa D.K., Yu Z., Greenfield S., Kain Z. Perioperative goal-directed therapy and postoperative outcomes in patients undergoing high-risk abdominal surgery: A historical-prospective, comparative effectiveness study. // *Crit. Care.* 2015;19:1–11.
85. Chen J., Wang D.R., Yu H.F., Zhao Z.K., Wang L.H., Li Y.K. Defunctioning Stoma in Low Anterior Resection for Rectal Cancer: A Meta-Analysis of Five Recent Studies. // *Hepatogastroenterology.* 2011;59:1828–1831.
86. Thoker M., Wani I., Parray F.Q., Khan N., Mir S.A., Thoker P. Role of diversion ileostomy in low rectal cancer: A randomized controlled trial. // *Int J Surg.* 2014;12:945–951.

© Тотиков Заурбек Валерьевич (z-totikov@mail.ru), Тотиков Валерий Зелимханович (vz-totikov@mail.ru),

Ибрагимов Леча Ахмадович (lechaibragimov.1987@gmail.com), Абдурзаков Магомед-Салех Абубакар-Сидикович (abdur-zak_mago@mail.ru),

Тарамов Умалат Увайсович (taramovu@bk.ru), Сарбашева Марзият Магомедовна (Tatyanaacusher@yandex.ru),

Сарбашева Зухра Магомедовна (Zuhra1268@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РОЛЬ АЛЛЕРГОЛОГА ПРИ ВЫБОРЕ МЕСТНОГО АНЕСТЕТИКА В ДЕТСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

THE ROLE OF AN ALLERGIST IN CHOOSING A LOCAL ANESTHETIC IN PEDIATRIC DENTISTRY

**A. Khabarov
N. Komkina
Ya. Shoikhet**

Summary. The purpose of this study was to develop an algorithm of actions for an allergist associated with the use of local anesthetics in children in an outpatient clinical practice in pediatric dentistry. A non-randomized observation was carried out for 11 children, whose pharmacological and allergological history made it possible to establish the possibility of adverse reactions to local anesthetics during dental intervention and required an allergist consultation in Barnaul over the last calendar year. It was found that due to the high prevalence of allergic diseases in childhood, when planning interventions using local anesthetics, for children at risk of developing hypersensitivity reactions, both with atopic stigma and with clinical manifestations of allergic diseases, preliminary consultation with an allergist is recommended for selection of the preferred local anesthetic; and recommendations for medication. In this case, the risk group should include children who have one or more of the following factors: previous adverse reactions to the action of local anesthetics, children with allergic diseases, the introduction of a supposed large volume of local anesthetics, children with a strong fear reaction.

Keywords: local anesthetics, allergic reactions, pediatric dentistry, allergist, adverse reactions.

Хабаров Алексей Станиславович

Профессор, д.м.н., ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный медицинский университет»
г. Барнаул, РФ
habdoc@mail.ru

Комкина Наталия Геннадьевна

Доцент, к.м.н., ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный медицинский университет»
г. Барнаул, РФ
habdoc@mail.ru

Шойхет Яков Нахманович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный медицинский университет»
г. Барнаул, РФ
habdoc@mail.ru

Аннотация. Целью данного исследования была разработка алгоритма действий для врача аллерголога, связанного с использованием местных анестетиков у детей в условиях амбулаторной клинической практики в детской стоматологии. Было выполнено не рандомизированное наблюдение за 11 детьми, чей фармакологический и аллергологический анамнез позволил установить возможность побочных реакций на местные анестетики при стоматологическом вмешательстве и потребовал консультации аллерголога в г. Барнауле за последний календарный год. Было выявлено, что в связи с высокой распространенностью аллергических заболеваний в детском возрасте, при планировании вмешательств с использованием местных анестетиков, для детей, с риском развития реакций гиперчувствительности, как имеющих атопические стигмы, так и имеющих клинические проявления аллергических болезней, рекомендована предварительная консультация аллерголога для выбора предпочтительного местного анестетика и рекомендации для лекарственного сопровождения. При этом в группу риска необходимо включать детей, имеющих один или несколько из следующих факторов: перенесшие ранее побочные реакции на действие местных анестетиков, дети с аллергическими заболеваниями, введение предполагаемого большого объема местных анестетиков, дети с сильно выраженной реакцией страха.

Ключевые слова: местные анестетики, аллергические реакции, детская стоматология, аллерголог, побочные реакции.

Введение

Современные исследования подтверждают, что в среднем у 10% людей общей популяции развиваются нежелательные побочные реакции (ПР) при использовании лекарственных средств (ЛС), из которых около 10% связаны с развивающимися ре-

акциями гиперчувствительности или аллергическими реакциями [1]. Значительную часть пациентов с лекарственной непереносимостью (ЛН) в нашей стране составляют дети [2]. Существенную часть ПР составляет ЛН, развивающаяся при использовании местных анестетиков (МА) [3], широко применяемых в ходе стоматологических вмешательствах. Лекарственная аллер-

гия (ЛА), немедленного и замедленного типов является плохо прогнозируемой ПР, которая протекает без участия иммунных механизмов наряду с неаллергической врожденной (идиосинক্রазией) и неаллергической гиперчувствительностью [4].

МА являются ЛС, обратимо уменьшающими проведение нервных импульсов, что приводит к потере чувствительности в ограниченных областях [5]. Все МА схожи по химической структуре, но принципиально делятся на две группы: эфирные и амиды, отличаясь друг от друга типом промежуточной цепи. К эфирным МА относятся бензокаин, кокаин, прокаин и тетракаин, а к амидным — совкаин, лидокаин, бупивакаин, мепивакаин и ропивакаин. Исключением из обеих групп является Артикаин®, период полувыведения которого составляет около 30 минут, так как не требует печеночного клиренса, что минимизирует риск развития системных реакций. Принято считать, что МА эфирной группы чаще вызывают гиперчувствительность, что связывают с парааминобензойной кислотой или метилпарабеном, — антигенные детерминанты которых присутствуют во многих других ЛС, широко используемых в лечебной практике, а значит способных sensibilizировать чувствительных к ним индивидов [6]. Именно из-за перекрестных аллергических реакций, среди МА первой группы у детей с аллергией к новокаину, закономерно возникает иммуноопосредованная гиперчувствительность к анестезину и дикаину. В тоже время кросс-реактивность между эфирами и амидами наблюдается достаточно редко [7].

Кроме того, существенными факторами, затрудняющими распознавание непереносимости МА, являются токсические реакции, возникающие как при абсолютной, так и при относительной передозировках и ПР на наполнители, — вспомогательные вещества, входящие в состав МА [8]. Поскольку все МА так или иначе обладают вазодилатирующим эффектом, для пролонгации их действия используется вазоконстриктор Адреналин®, что с одной стороны снижает вероятность серьезных ПР, а с другой повышает риск токсичных проявлений, часто принимаемых за ЛА [5]. В свою очередь, к адреналину, добавляя его стабилизаторы — сульфиты, которые способны вызывать и провоцировать эффекты бронхиальной обструкции [9].

Таким образом, поскольку ПР в виде ЛА могут развиваться на любой МА или его компонентов, выделяют группу риска по непереносимости при наличии следующих факторов:

- ◆ перенесшие ранее ПР на МА;
- ◆ дети с аллергическими заболеваниями;
- ◆ введение предполагаемого большого объема МА;

- ◆ выраженная реакция страха.

Из мер предосторожности рекомендуется при непереносимости МА из группы эфиров использовать препараты амидной группы, а при реакции на них, применять другой препарат этой же группы, перед оперативным вмешательством вводят парентерально антигистаминные и глюкокортикостероидные препараты [10].

ЛА является сложной для диагностики проблемой из-за отсутствия стандартизированных препаратов для кожного и провокационного тестирования (в РФ провокационные тесты у детей не используются) и ненадежности лабораторных тестов. Подходы, которые эксперты рекомендуют для предупреждения ЛА, сводятся к следующим мерам и действиям:

- ◆ тщательной сбор аллергологического и фармакологического анамнеза у конкретного пациента;
- ◆ анализ результатов исследований, проводимых сразу и спустя 4–6 недель после развития реакции [11].

Из немедленно проводимых тестов рекомендуется определение сывороточного уровня триптазы — желателно в течение 2 часов после появления симптомов и специфических IgE At [12]. Кожные пробы, (КП) проводят со всеми препаратами МА и ЛС, применявшимися при обезболивании, а также с латексом.

КП обладают высокой отрицательной прогностической значимостью в диагностике истинной аллергии на МА — 97% [13]. Правила проведения КП, установленные международной организацией — World Allergy Organization, сводятся к следующему:

1. КП не проводят с МА, вызвавшим ПР ранее;
2. КП выполняет аллерголог, непосредственно перед применением МА в процедурном кабинете с готовым противошоковым набором;
3. Информированное согласие родителей или иных представителей ребенка и отмена антигистаминных ЛС за 5–7 дней;
4. Выдерживая 15-минутные интервалы, проводят КП с неразведенным МА. Если реакция отрицательная, подкожно вводят 0,1 мл препарата, разведенного в соотношении 1:100, в отсутствие реакции следующая доза препарата 0,1 мл разводится в соотношении 1:10. Затем вводят 0,1 мл неразведенного препарата. В отсутствие реакции пациент получает дозу 1,0 и 2,0 мл с 15-минутными интервалами;
5. При реакциях замедленного типа используют аппликационные тесты;
6. После оценки результатов тестов в заключении уточняют, что в настоящее время аллергии к дан-

ному препарату не выявлено. Обязательно указывается общая доза введенного МА;

7. Период от подбора препарата до его использования не должен быть длительным, т.к. зная особенности формирования ЛА, нельзя исключать возможность сенсибилизации за длительный период. При отрицательных КП рекомендованы внутрикожные тесты, однако их результаты достаточно часто бывают ложно положительными, — в 8–15%.

Подкожные провокационные пробы (ППП) считаются «золотым стандартом» для подтверждения истинной IgE-опосредованной аллергии на МА, однако показания для этих тестов ограничены. Их проводят только в случае отрицательных результатов КП на МА, так как внутрикожные пробы чаще показывают ложноположительный результат, чем ППП [14], но в РФ у детей этот способ диагностики до сих пор не лицензирован.

Аллергия замедленного (IV) типа, по классификации Джелл и Кумбса [1968] опосредуются сенсибилизированными лимфоцитами и клинически проявляются отеком в месте инъекции или же в виде контактного дерматита. У таких пациентов, как правило, результаты патч-тестов (стандартная панель включает, в том числе серию анестетиков) чаще всего положительные [15].

В тоже время, многие исследователи уверены, большинство реакций на МА являются психогенными (вазо-вагальным), поскольку после опроса больных и данных истории болезни становится понятно, что у них отмечалось или обморочное состояние, или сердцебиение, вызванное адреналином, который содержится в самом МА или продуцируется эндогенно в ответ на стресс. С другой стороны, такие симптомы, как брадикардия, ощущение жара, артериальная гипотония, могут также указывать на вагусные механизмы развития реакции. Кроме того, исключительно трудным является установление причины появления реакций у детей, получающих лечение несколькими препаратами, а возможными аллергенами могут быть, например, ЛС, используемые в стерилизации. Тогда идентифицировать аллергены удастся примерно в половине исследованных случаев.

Цель данного исследования

Разработать алгоритм действий для врача аллерголога, связанного с использованием местных анестетиков у детей в условиях амбулаторной клинической практики.

Материалы и методы

Было выполнено не рандомизированное наблюдение за 11 детьми, чей фармакологический и аллергологический анамнез позволил установить возможность ПР на МА при стоматологическом вмешательстве и потребовал консультации аллерголога в г. Барнауле за последний календарный год.

Результаты | и обсуждение

Все 11 детей страдали аллергическими заболеваниями:

- ♦ у 7 детей — атопический дерматит (АтД);
- ♦ у 3 — аллергический круглогодичный среднетяжелый аллергический ринит (КАР);
- ♦ у 1 ребенка — контролируемая бронхиальная астма (БА).

У всех детей планировалось лечение у стоматолога, требующее использование МА. При клиническом осмотре были обнаружены как атопические стигмы:

- ♦ ксеродермия (8 детей);
- ♦ складка Дени — Моргана (10 детей);
- ♦ гиперлинеарность ладоней (4 детей);
- ♦ симптом псевдо Хертоге (3 ребёнка).

Помимо этого, были обнаружены и непосредственные физикальные проявления самого аллергического заболевания:

- ♦ эритематозно-сквамозная сыпь с умеренными эксфолиациями (4 детей);
- ♦ лихенизация в естественных складках (7 детей);
- ♦ расстройство носового дыхания (1 ребёнок).

У пациента с БА признаков обострения на момент осмотра не было. При кожном тестировании установлены положительные КП у 6 детей:

- ♦ бензокаин (Novocain®, Anestelin®) с размером уртикария от 3 до 5 мм;
- ♦ лидокаин (Xylocaine®, Alphacaine®, Lignospan®, Octocaine®) у 2 детей, с размером волдыря 5 и 6 мм соответственно.

Среди лабораторных исследований отмечали повышенный уровень общего IgE (от 200 до 1200 МЕ), сурrogатный маркер атопии, у 6 детей. Несмотря на то, что результаты аллергологического обследования не установили лекарственной сенсибилизации у 3 детей, всем им в заключение была рекомендована премедикация антигистаминными и кортикостероидными препаратами, парентерально за 40–60 минут, до применения МА. Данная рекомендация основывается на возможном риске лекарственно-индуцированной анафилаксии при

наличии у пациента atopического заболевания [ФКР, 2019].

У детей с установленной сенсibilизацией бензокаину (6 детей) и лидокаину (2 ребенка) было рекомендовано использовать Артикаин® (Ultracain D-S, Septanest) или Бупивакаин® (Marcaine®), поскольку применение бензокаина при сенсibilизации к нему, исключало применение МА эфирной группы, а сенсibilизация к лидокаину позволяла использовать любой препарат группы аминов с другой структурой.

Проведенные вмешательства у 9 пациентов не сопровождались проявлениями ЛА. У одного пациента с КАР, при использовании МА лидокаина в виде спрея, нанесенного на десну, в течение 15 минут от начала ис-

пользования появилось чувство заложенности в носу, самокупирующееся за время медицинского вмешательства и еще у одного пациента с АтД развился обморок, расцененный как психогенная реакция ожидания боли.

ВЫВОДЫ

В связи с высокой распространенностью аллергических заболеваний в детском возрасте и планируемом вмешательстве с использованием местных анестетиков, детей, с риском развития реакций гиперчувствительности, как имеющих atopические стигмы, так и клинические проявления аллергических болезней рекомендована предварительная консультация аллерголога для выбора предпочтительного МА и рекомендации для лекарственного сопровождения.

ЛИТЕРАТУРА

- Gorgas DL, Greenberger S, Bahner DP, Way DP. Teaching Emotional Intelligence: A Control Group Study of a Brief Educational Intervention for Emergency Medicine Residents. *West J Emerg Med.* 2015 Nov;16(6):899–906.
- Намазова-Баранова Л.С., Русецкий Ю.Ю., Ганковский В.А., Зеленкова И.В., Латышева Е.Н., Малявина У.С., Губанова С.Г., Бабаханян А.М., Бабаян А.Р., Буковская Я.А., Васина А.А., Круговская Н.Л. Возможности мукопротекции при лечении острого ринита и риносинусита у детей. *Педиатрия.* 2017; 96 (5). Л.С. Намазова-Баранова, Ю.Ю. Русецкий, В.А. Ганковский и др. Возможности мукопротекции при лечении острого ринита и риносинусита у детей. *Педиатрия.* № 96 (5) — 25–31.
- MV Aun, M Blanca, LS Garro, MR Ribeiro, J Kalil, A Abilio Motta, et al. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs are major causes of drug-induced anaphylaxis. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice.* 2014;2(6):826.
- Farnam K, Chang C, Teuber S, Gershwin ME. Nonallergic drug hypersensitivity reactions. *Int Arch Allergy Immunol.* 2012;159(4):327–345.
- Tsuchiya H, Mizogami M. Characteristic interactivity of landiolol, an ultra-short-acting highly selective β_1 -blocker, with biomimetic membranes: Comparisons with β_1 -selective esmolol and non-selective propranolol and alprenolol. *Front Pharmacol.* 2013 Dec 2;4:150.
- Bhole MV, Manson AL, Seneviratne SL, Misbah SA. IgE-mediated allergy to local anaesthetics: separating fact from perception: a UK perspective. *Br J Anaesth.* 2012 Jun;108(6):903–11. doi: 10.1093/bja/aes162. Erratum in: *Br J Anaesth.* 2012 Oct;109(4):669.
- Maestrello CL, Campbell RL, Campbell JR. Pneumothorax with soft tissue emphysema following abrupt wake-up and self-extubation. *Anesth Prog.* 2001 Winter;48(1):27–31.
- Russo PA, Banovic T, Wiese MD, Whyte AF, Smith WB. Systemic allergy to EDTA in local anesthetic and radiocontrast media. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2014 Mar-Apr;2(2):225–9.
- Campbell J, Pyer M, Rogers S, Walter D, Reddy R. Enabling patients with respiratory symptoms to access chest X-rays on demand: the experience of the walk-in service in Corby, UK. *J Public Health (Oxf).* 2014 Sep;36(3):511–6.
- Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению лекарственной аллергии. Российская ассоциация аллергологов и клинических иммунологов (РААКИ). Москва — 2014, 20 с.
- Khan DA, Solensky R. Drug allergy. *J Allergy Clin Immunol.* 2010 Feb;125(2 Suppl 2): S126–37.
- Cox L, Larenas-Linnemann D, Lockey RF, Passalacqua G. Speaking the same language: The World Allergy Organization Subcutaneous Immunotherapy Systemic Reaction Grading System. *J Allergy Clin Immunol.* 2010 Mar;125(3):569–74, 574.e1–574.e7.
- McClimon B, Rank M, Li J. The predictive value of skin testing in the diagnosis of local anesthetic allergy. *Allergy Asthma Proc.* 2011 Mar-Apr;32(2):95–8.
- Bhole MV, Manson AL, Seneviratne SL, Misbah SA. IgE-mediated allergy to local anaesthetics: separating fact from perception: a UK perspective. *Br J Anaesth.* 2012 Jun;108(6):903–11.
- Brinca A, Cabral R, Gonçalo M. Contact allergy to local anaesthetics-value of patch testing with a caine mix in the baseline series. *Contact Dermatitis.* 2013 Mar;68(3):156–62.

© Хабаров Алексей Станиславович (habdoc@mail.ru),

Комкина Наталия Геннадьевна (habdoc@mail.ru), Шойхет Яков Нахманович (habdoc@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕНЕСЕННОГО ЛЕЧЕНИЯ МИОМЫ МАТКИ НА РЕЦЕПТОРНЫЙ АППАРАТ ЭНДОМЕТРИЯ

THE EFFECT OF THE TRANSFERRED TREATMENT OF UTERINE FIBROIDS ON THE RECEPTOR APPARATUS OF THE ENDOMETRIUM

**L. Tselkovich
R. Balter
A. Ibragimova
T. Ivanova
A. Trebunskikh
N. Ayupova
E. Blazhnova**

Summary. The results of a comparative analysis of the effect on the state of the receptor apparatus of the endometrium of various types of therapy for uterine fibroids — conservative myomectomy and embolization of the uterine arteries are considered. 177 patients with uterine fibroids associated with infertility were examined. By processing statistical data, it was revealed that the reception of the endometrium in women who have undergone treatment of uterine fibroids is determined not by the type of intervention, but by the features of the hemodynamics of myomatous nodes, as well as their location in relation to the uterine wall.

Keywords: uterine fibroids, conservative myomectomy, embolization of uterine arteries, progesterone receptors, estrogen receptors.

Целкович Людмила Савельевна

*Д.м.н., профессор, Самарский государственный
медицинский университет*

Балтер Регина Борисовна

*К.м.н., профессор, Самарский государственный
медицинский университет
samaraobsgyn2@yandex.ru*

Ибрагимова Алина Ришатовна

*К.м.н., доцент, Самарский государственный
медицинский университет
a.r.ibragimova@samsmu.ru*

Иванова Татьяна Владимировна

*К.м.н., доцент, Самарский государственный
медицинский университет
t.v.ivanova@samsmu.ru*

Требунских Анна Сергеевна

*Соискатель, Самарский государственный
медицинский университет; врач — акушер-гинеколог
ГБУЗ СО СГП № 3, РФ, г. Самара*

Аюпова Надежда Тахировна

*Соискатель, Самарский государственный
медицинский университет*

Блажнова Елена Михайловна

*Соискатель, Самарский государственный
медицинский университет*

Аннотация. Рассматриваются результаты сравнительного анализа влияния на состояние рецепторного аппарата эндометрия, различных видов терапии миомы матки — консервативной миомэктомии и эмболизации маточных артерий. Обследовано 177 пациенток с миомой матки, ассоциированной с бесплодием. Путем обработки статистических данных выявлено, что рецепцию эндометрия у женщин, перенесших лечение миомы матки, определяет не вид вмешательства, а особенности гемодинамики миоматозных узлов, а также их расположение по отношению к стенке матки.

Ключевые слова: миома матки, консервативная миомэктомия, эмболизация маточных артерий, прогестероновые рецепторы, эстрогеновые рецепторы.

Имеющиеся литературные данные о рецептивности эндометрия у женщин с миомой матки, страдающих бесплодием, показали, что у данных пациенток имеется дисбаланс индекса соотношения ПЭ/ЭР. Было отмечено повышение уровня ПР (прогестероновых рецепторов) и снижение уровня ЭР (эстрогеновых рецепторов). Установлено, что у женщин с миомой матки большое число ПЭ (преэклампсия) при-

водит не только к росту узлов миомы, но и нарушает рецептивность эндометрия, что обуславливает невозможность процессов имплантации [1].

Аналогичные нарушения рецепции эндометрия были выявлены у женщин с неудачными попытками ЭКО (экстракорпоральное оплодотворение), которые не имели миоматозных опухолей [2]. Проведенные

иммуногистохимические исследования эндометрия в период «имплантационного окна» у 36 женщин с неудачными попытками ЭКО, в сравнении с шестью женщинами репродуктивного возраста без нарушений репродукции, свидетельствовали о том, что в 60% биоптат эндометрия показал снижение количества ЭР [3, 4]. Сравнение полученных результатов, приведенных выше, объясняет причину неудач ВРТ (вспомогательные репродуктивные технологии) и потенцирует необходимость проведения восстановления нормальной рецепции эндометрия у женщин с миомой матки [5–7].

С другой стороны, в 2018 г. были опубликованы результаты метаанализа 28 исследований по результативности 9189 протоколов ЭКО у женщин с интрамуральными миомами матки. Данные указывали на то, что у женщин с интрамуральной миомой, не деформирующей полость матки, выявлено статистически достоверное снижение числа живорождений по сравнению со здоровыми женщинами аналогичного возраста (RR = 0,82, 95% ДИ: 0,73–0,92, $p = 0,005$). В этой же группе отмечался высокий уровень достоверного снижения числа случаев клинической беременности (RR = 0,86, 95% ДИ: 0,80–0,93, $p = 0,0001$) и имплантаций (RR = 0,90, 95% CI: 0,813–1,00, $p = 0,04$). Кроме того, у женщин с миомой матки, по сравнению с аналогичными показателями пациенток без миомы матки (RR = 1,27, 95% CI: 1,08–1,50, $p = 0,004$) [8], был достоверно выше удельный вес выкидышей. Аналогичные исследования были опубликованы в 2013 г. Тогда авторы также проводили параллели между успешностью проведения ВРТ и интрамуральным расположением миоматозных узлов [9–11].

Цель

Целью данного исследования стал сравнительный анализ состояния рецепции эндометрия у женщин с различными вариантами лечения миомы матки. Для его выполнения обследовано 177 пациенток. У 85 из них была проведена миомэктомия, не затрагивающая эндометрий — они составили основную группу, у 92 — проведена эмболизация маточных артерий. У всех женщин миома матки ассоциировалась с бесплодием, поэтому пациентки готовились к поведению протокола ЭКО.

Оценка состояния эндометрия осуществлялась перед проведением протокола ЭКО, включала выраженность экспрессии и содержания прогестероновых и эстрогеновых ядерных рецепторов. Забор эндометрия осуществлялся путем аспирации полости матки, которая проводилась на 21–23 день менструального цикла.

Содержание рецепторов определяли полуколичественным методом, оценивая интенсивность окра-

шивания полученного материала в баллах от 0 до 3 (0 — нет окрашивания; 1 — слабое окрашивание; 2 — умеренное окрашивание; 3 — выраженное окрашивание). Экспрессию рецепторов оценивали по стандартной гистологической формуле:

$$(H\text{-SCORE}): \sum Pi (i+1);$$

где i — интенсивность окрашивания,

Pi — процент окрашивания эпителиальных, железистых или стромальных клеток для каждой интенсивности от 0 до 100%.

Нормальным соотношением ЭР/ПР в строме считали 1:2–1:5 на 21–23 день менструального цикла.

Для оценки полученного материала использовался Микроскоп «Leica», «Leica Microsystems Wetzlar GmbH» (Германия). Фотографирование препаратов проводилось камерой AxioCam ERc 5s, морфометрия и обработка оцифрованных изображений проводились с помощью программы ToupTek ToupView 4.10.

Все полученные результаты статистически обрабатывались в соответствии с «ГОСТ Р 50779.10–2000 «Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения». Оценка значимости различий полученных результатов проводилась с использованием t -критерия Стьюдента для независимых выборок, а также критерия согласия χ^2 Пирсона. Критическим уровнем значимости считалось значение $p < 0,05$.

Рассматривая полученные результаты укажем, что уровень экспрессии эстрогеновых рецепторов у женщин, перенесших ЭМА в строме эндометрия, был статистически значимо ниже, чем у пациенток, перенесших миомэктомию — 0,23(0,1) против 0,54(0,1), $p = 0,03$. В поверхностном и железистом компоненте эндометрия различий экспрессии эстрогеновых рецепторов не было. Так, средний уровень экспрессии ядерных эстрогеновых рецепторов в поверхностном эпителии в основной группе составил 1,23(0,1) балла, в группе сравнения — 1,28(0,2) балла, $p = 0,8$. В железистом эпителии — 1,12(0,2) и 1,92(0,2) балла соответственно, $p = 0,4$.

При этом содержание прогестероновых рецепторов в железистом компоненте эндометрия у женщин с миомэктомией было статистически значимо выше, чем у женщин, перенесших ЭМА (таблица 1).

Уровень прогестероновых ядерных рецепторов в поверхностном эпителии в основной группе составил 1,8(0,2), в группе сравнения — 1,9(0,2), $p = 0,72$. В железистом эпителии 1,98(0,1) и 1,62(0,1) соответственно,

Таблица 1. Уровень экспрессии ядерных рецепторов прогестерона в эндометрии женщин сравнимых групп (H-SCORE)

Показатель	Основная группа, (n=85)	Группа сравнения, (n=92)	P ₁₋₂
Поверхностный эпителий	1,8(0,2)	1,9(0,2)	0,72
Железистый эпителий	1,98(0,1)	1,62(0,1)	0,01
Строма	1,45(0,2)	1,22(0,1)	0,3

Примечание. p₁₋₂ — показатель статистической значимости различий показателей в группах

Таблица 2. Экспрессия ядерных рецепторов эстрогенов у женщин с миомэктомией, абсолютное значение

Экспрессия ЭР		Субсерозная миома, (n = 35)	Субмукозная миома, (n = 12)	Интрамуральная миома, (n = 38)
Эпителий поверхностный	Слабая	4	3	9
	Умеренная	17	5	12
	Выраженная	14	4	17
Строма	Слабая	16	2	10
	Умеренная	11	3	14
	Выраженная	8	7	14
Железы	Слабая	14	4	12
	Умеренная	19	2	17
	Выраженная	2	6	9
χ ²		18,507	2,890	3,785
p		< 0,001	0,577	0,436

p=0,01. В строме достоверных различий выявлено не было — 1,45(0,2) и 1,22(0,1) соответственно, p=0,3.

Среднее соотношение содержания ЭР/ПР, определяющее возможности имплантации, в основной группе в поверхностном эпителии составило 0,6(0,1), в железистом эпителии — 0,7(0,08) и в строме — 0,18(0,03). В группе сравнения: 0,7(0,1); 0,5(0,07) и 0,3(0,06), соответственно.

Отметим, что, несмотря на отсутствие различий в средних результатах, индивидуальные показатели внутри групп женщин существенно различались, поэтому, для объективизации выводов, было принято решение рассмотреть рецепцию эндометрия в зависимости от расположения миоматозных узлов, поскольку последняя в определенной мере зависит от гемодинамики и возможности восстановления эндометрия после проведенного лечебного вмешательства (таблица 2)

У женщин с субсерозной миомой матки экспрессия рецепторов поверхностного и железистого эпителия была статистически значимо выше, чем в строме: значение критерия χ² составило 18,507. При этом критическое значение χ² при уровне значимости p = 0,01 составило

13,277, связь между факторным и результативным признаками была статистически значима при уровне значимости p < 0,01, уровень значимости p < 0,001.

У пациенток с субмукозной миомой матки [12] матки значимых различий в экспрессии ядерных рецепторов эстрогенов выявлено не было. Значение χ² составило 2,890. Критическое значение χ² при уровне значимости p < 0,05 составило 9,488. Связь между факторным и результативным признаками была статистически незначима, p = 0,577. Что касается женщин с интрамуральной миомой матки, то у них также не выявлялось статистически значимых различий в экспрессии ядерных рецепторов эстрогенов в эндометрии. Значение критерия χ² составило 3,785. Критическое значение χ² при уровне значимости p < 0,05 составило 9,488. Связь между факторным и результативным признаками была статистически незначима, уровень значимости p > 0,05. Уровень значимости p = 0,436.

Определено, что преобладание эстрогеновых рецепторов (рисунок 1) в поверхностных и железистых клетках эндометрия у женщин основной группы с субсерозной миомой матки обусловлено малым влиянием миомэктомии на васкуляризацию эндометрия. Это от-

Таблица 3. Экспрессия ядерных рецепторов прогестерона у женщин основной группы, абсолютное значение

Экспрессия ЭР		Субсерозная миома, (n = 35)	Субмукозная миома, (n = 12)	Интрамуральная миома, (n = 38)
Эпителий поверхностный	Слабая	2	1	3
	Умеренная	11	3	14
	Выраженная	22	8	21
Строма	Слабая	4	2	6
	Умеренная	9	5	10
	Выраженная	14	5	22
Железы	Слабая	5	6	11
	Умеренная	18	2	16
	Выраженная	12	4	11
χ^2		6,574	7,596	10,411
p		0,161	0,108	0,035

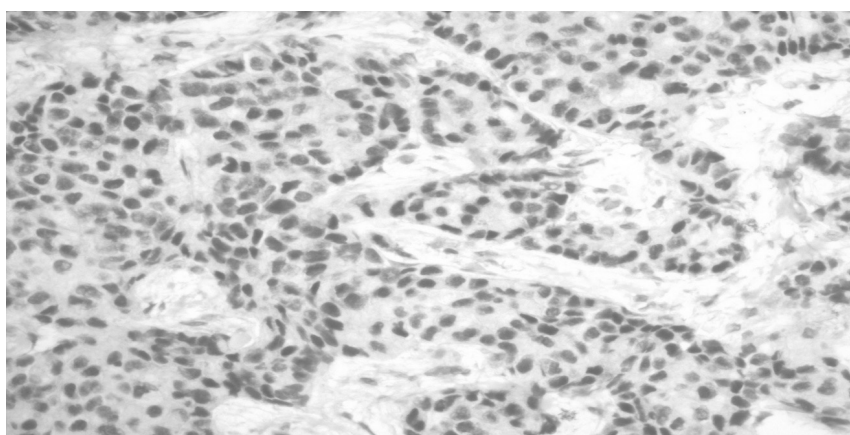


Рис. 1. Экспрессия эстрогеновых рецепторов (пациентка Б-ва, собственное наблюдение, х400, основная группа)

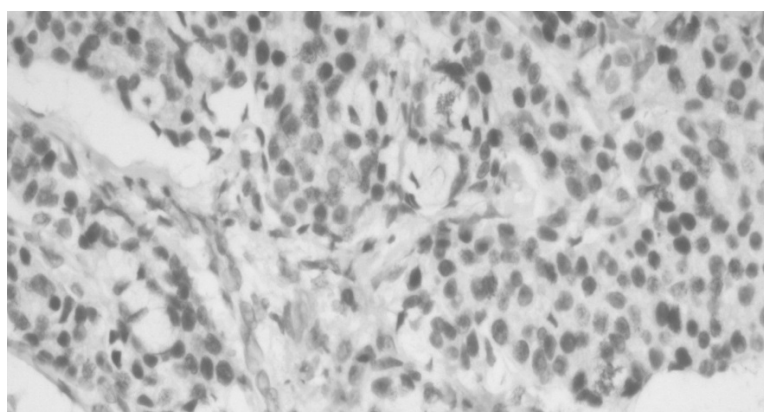


Рис. 2. Экспрессия прогестероновых рецепторов (пациентка Б-ва, собственное наблюдение, х400, основная группа)

Таблица 4. Экспрессия ядерных рецепторов эстрогенов у женщин, перенесших ЭМА, абсолютное значение

Экспрессия ЭР		Субсерозная миома, (n = 51)	Субмукозная миома (n = 28)	Интрамуральная миома (n = 13)
Эпителий поверхностный	Слабая	6	10	6
	Умеренная	24	12	5
	Выраженная	21	6	2
Строма	Слабая	26	9	3
	Умеренная	22	14	7
	Выраженная	3	5	3
Железы	Слабая	7	9	6
	Умеренная	22	11	4
	Выраженная	22	8	3
χ^2		34,569	1,187	2,325
p		< 0,001	0,881	0,677

Таблица 5. Экспрессия ядерных рецепторов прогестерона у женщин, перенесших ЭМА, абсолютное значение

Экспрессия ЭР		Субсерозная миома, (n = 51)	Субмукозная миома, (n = 28)	Интрамуральная миома, (n = 13)
Эпителий поверхностный	Слабая	11	8	4
	Умеренная	29	11	7
	Выраженная	11	9	2
Строма	Слабая	10	6	3
	Умеренная	18	12	7
	Выраженная	23	10	3
Железы	Слабая	18	9	4
	Умеренная	19	11	6
	Выраженная	14	8	3
χ^2		11,162	0,890	0,532
p		0,025	0,927	0,971

личает их от пациенток с интрамуральным или субмукозным расположением узлов, при котором площадь васкуляризации эндометрия существенно больше и, соответственно, модификации гемодинамики в эндометрии также меняются.

Уровень экспрессии ядерных рецепторов прогестерона отражены в таблице 3, рисунок 2.

Рассматривая экспрессию прогестероновых рецепторов у женщин основной группы, отметим, что у женщин с субсерозной миомой матки значение χ^2 составило 6,547. Критическое значение χ^2 при уровне значимости $p < 0,05$ составило 9,488. Связь между факторным и результативным признаками также была статистически не значимой, $p = 0,161$. Аналогичные результаты в отношении прогестероновых рецепторов были получены нами и в подгруппе пациенток с субмукозным расположением миоматозных узлов. Значение

критерия χ^2 составило 7,596. Критическое значение χ^2 при уровне значимости $p > 0,05$ составило 9,488, связь между факторным и результативным признаками была статистически незначимой, $p = 0,108$.

У женщин с интрамуральной миомой матки экспрессия прогестероновых рецепторов в строме оказалась статистически значимо ниже, чем в железах и поверхностном эпителии. Критическое значение χ^2 при уровне значимости $p=0.05$ составило 9,488.

Отмечено, что в основной группе женщин, в случаях субсерозного расположения миоматозных узлов, после лечения сохранялась достаточно высокая экспрессия эстрогеновых рецепторов в строме эндометрия при умеренном распределении прогестероновых рецепторов. В то же время у женщин с интрамуральной миомой матки было зафиксировано снижение прогестероновых рецепторов в строме эндометрия при

средних показателях экспрессии эстрогеновых рецепторов во всех эндометриальных структурах.

У женщин, перенесших ЭМА, рецепция эндометрия также зависела от расположения миоматозных узлов (таблица 4).

Было установлено, что значимые различия в экспрессии ядерных рецепторов к эстрогенам имели место только у женщин с субсерозной миомой матки. У этих пациенток экспрессия рецепторов в эпителиоцитах и железах была статистически значимо выше, чем в строме. Критическое значение χ^2 составило 13,277, $p < 0,01$. При другом расположении миоматозных узлов различия в экспрессии эстрогеновых рецепторов выявлено не было.

Результаты экспрессии рецепторов к прогестерону представлены в таблице 5.

У женщин с субсерозной миомой матки отмечалось статистически значимое повышение экспрессивности прогестероновых рецепторов в строме эндометрия ($p = 0,025$). У женщин с субмукозной и интрамуральной миомой матки значимого повышения экспрессии прогестероновых рецепторов в структурах эндометрия выявлено не было.

В связи с вышеизложенным сделан вывод о том, что рецепцию эндометрия у женщин, перенесших лечение миомы матки, определяет не вид вмешательства, а расположение миоматозных узлов по отношению к стенке матки, а также особенности их гемодинамики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коган Е.А., Аскольская С.И., Бурыкина П.Н., Файзулина Н.М. Рецептивность эндометрия у женщин с миомой матки // Акушерство и гинекология. 2012. Т. 8. № 2. С. 42–48.
2. Narangama D.K., Bulmer J.N., Pathophysiology of heavy menstrual bleeding. *Womens Health*. 2016. Т. 12 (1). P. 3–13.
3. Крылова, Ю.С., Кветной И.М., Айламазян Э.К. Рецептивность эндометрия: молекулярные механизмы регуляции имплантации // Журнал акушерства и женских болезней. 2013. Т. 62. № 2. С. 63–74.
4. Оценка рецептивности эндометрия у пациенток с безуспешными программами экстракорпорального оплодотворения в анамнезе / М.М. Левишвили, Т.А. Демур, Н.Г. Мишиева и др. // Акушерство и гинекология. 2012. Т. 4. № 1. С. 65–9.
5. Сохранение репродуктивной функции при шеечной беременности путем применения эмболизации маточных артерий / И.С. Липатов, Ю.В. Тезиков, И.З. Блюмина и др. // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. С. 87.
6. Khan F.Z.A., Itua I. Navigating through the maze of caesarean myomectomy: generating evidence. *Int. J. Reprod. Contracept. Obstet. Gynecol.* 2019. Т. 8 (11). P. 4646–53.
7. Clinical and pathological characteristics, pathological reevaluation and recurrence patterns of cellular leiomyomas: a retrospective study in 76 patients / R. Rothmund, R.R. Kurth, N.M. Lukasinski, et al // *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2013. Т. 171 (2). P. 358–61.
8. Wang X., Chen L. The Impact of Noncavity-Distorting Intramural Fibroids on the Efficacy of In Vitro Fertilization-Embryo Transfer // *An Updated Meta-Analysis. Biomed. Res. Int.* 2018. P. 59.
9. Guven S., Kart C., Unsal M.A., Odaci E. Intramural leiomyoma without endometrial cavity distortion may negatively affect the ICSI-ET outcome // *Re-prod Biol. Endocrinol.* 2013. № 11 (1). P. 102.
10. The effect of small intramural uterine fibroids on the cumulative outcome of assisted conception / Y. Khalaf, C. Ross, T. El-Toukhy, et al // *Human Reproduction*. 2006. № 21. P. 2640–4.
11. Ramzy A.M., SattarM., Amin Y. Uterine myomata and outcome of assisted reproduction. *Hum Reprod.* 1998. № 13 (1). P. 198–202.
12. Целкович Л.С., Требунских А.С., Балтер Р.Б. Характер и оценка течения настоящей беременности у женщин с миомой матки, перенесших в анамнезе ЭМА: сб. ст. Международной научно-практической конференции 25 сентября 2021 года «Проблемы и перспективы реализации междисциплинарных исследований». Новосибирск: НИЦ АЭТЕРНА. 2021. С. 175–179.

© Целкович Людмила Савельевна, Балтер Регина Борисовна (samaraobsgyn2@yandex.ru),
Ибрагимова Алина Ришатовна (a.g.ibragimova@samsmu.ru), Иванова Татьяна Владимировна (t.v.ivanova@samsmu.ru),
Требунских Анна Сергеевна, Аюпова Надежда Тахировна, Блажнова Елена Михайловна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОПЫТ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОБСТРУКТИВНОЙ ФОРМЫ ГИПЕРТРОФИЧЕСКОЙ КАРДИОМИОПАТИИ У ПАЦИЕНТОВ С SAM-СИНДРОМОМ И ВЫРАЖЕННОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ МИТРАЛЬНЫЙ КЛАПАНА

Ю Юаньбин

Аспирант, Первый Московский государственный
медицинский университет имени И.М. Сеченова;
Министерства здравоохранения Российской
Федерации (Сеченовский Университет)
youyuanbing66@foxmail.com

Косенков Александр Николаевич

Доктор медицинских наук, Институт клинической
медицины ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова
Минздрава России (Сеченовский Университет)
alenkos@rambler.ru

Е Хаожань

Аспирант, Первый Московский государственный
медицинский университет имени И.М. Сеченова;
Министерства здравоохранения Российской
Федерации (Сеченовский Университет)
yehaorandc@gmail.com

Белов Юрий Владимирович

Доктор медицинских наук, профессор, Академик
Российской академии медицинских наук
Российский научный центр хирургии имени
академика Б.В. Петровского
reccardio@med.ru

THE OBSTRUCTIVE HYPERTROPHIC CARDIOMYOPATHY SURGICAL TREATMENT EXPERIENCE IN PATIENTS WITH SAM-SYNDROME AND SEVERE MITRAL INSUFFICIENCY

**You Yuanbing
A. Kosenkov
Ye Haoran
Yu. Belov**

Summary. Objective: to analyze the results of the hypertrophic cardiomyopathy obstructive form surgical treatment in patients with SAM-syndrome and severe mitral insufficiency. Materials and methods. 42 patients aged 33 to 78 years (average age 52 ± 9.8 years) underwent surgical treatment in the Russian Scientific Center of Surgery named after Acad. B.V. Petrovsky. (Moscow) at the department of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education First MГМУ named by Sechenov of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University). Statistical processing of the obtained research results was carried out in Microsoft Excel 2017 software. Reliability was determined using Student's criterion, and its critical level in this study was taken equal to 0.05. Results. The weight of the excised obstructive substrate varied from 1.23 g up to 12.16 g and averaged was 3.31 ± 0.37 g. We found a left ventricular mass decrease by 17.0%, and a left ventricular mass index by 16.9%. A significant left ventricle end-diastolic volume increase was revealed after surgical treatment. The average value of the pressure gradient in LVOT after surgical correction was 14.5 ± 1.36 mm Hg, which was 8.7 times significantly lower than the preoperative indicator (77.7 ± 4.7 mm Hg, $p < 0.05$). SAM-syndrome elimination was observed in all patients ($n = 42$, 100%). No cases of hospital mortality have been established. The complications in the form of paroxysm of atrial fibrillation were documented in 2 cases. Conclusion. The presented data indicate good results of the hypertrophic cardiomyopathy obstructive form and mitral insufficiency surgical correction, and the chosen method and resection volume of the obstructive substrate is optimal for adequate hemodynamics restoration.

Keywords: obstructive hypertrophic cardiomyopathy, SAM-syndrome, left ventricle outflow tract gradient, septal myectomy, mitral valve repair.

Аннотация. Цель работы: проанализировать результаты хирургического лечения обструктивной формы гипертрофической кардиомиопатии у пациентов с SAM-синдромом и выраженной недостаточностью митральным клапана. Материалы и методы. На базе Российского научного центра хирургии им. акад. Б.В. Петровского. г. Москвы, на кафедре ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) было проведено хирургическое лечение 42 пациентов в возрасте от 33 до 78 лет (средний возраст $52 \pm 9,8$ лет). Статистическая обработка полученных результатов исследования проводилась в программном обеспечении Microsoft Excel 2017. Достоверность определялась при помощи критерия Стьюдента, а ее критический уровень в данном исследовании принимали равным 0,05. Результаты. Вес иссеченного обструкционного субстрата варьировал от 1,23 гр. до 12,16 гр. и в среднем составлял $3,31 \pm 0,37$ гр. Мы установили снижение массы левого желудочка на 17,0%, индекса массы левого желудочка — на 16,9%. Выявлено достоверное увеличение конечно-диастолического объема левого желудочка у обследованных пациентов после хирургического лечения. Среднее значение градиента давления в ВТЛЖ после хирургической коррекции составило $14,5 \pm 1,36$ мм.рт.ст, что было в 8,7 раз достоверно ниже дооперационного показателя ($77,7 \pm 4,7$ мм.рт.ст., $p < 0,05$). У всех обследованных пациентов ($n=42$, 100%) было констатировано разрешение SAM-синдрома.



Вступление

Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) — это генетическое заболевание миоцитов сердца, характеризующееся гипертрофией миокарда, необъяснимой условиями нагрузки; отсутствием дилатации левого желудочка (ЛЖ); и нормальной или увеличенной фракцией выброса [1, 2, 3]. Гипертрофия миокарда обычно асимметрична с наибольшим вовлечением базальной части межжелудочковой перегородки, прилегающей к аортальному клапану [1]. На клеточном уровне кардиомиоциты гипертрофированы, дезорганизованы и разделены участками интерстициального фиброза [1]. У взрослых, по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) гипертрофией принято считать конечно-диастолическое утолщение миокарда левого желудочка до 13 мм [1, 2]. Согласно рекомендации Европейского общества кардиологов [4], диагностическим критерием ГКМП является утолщение стенки левого желудочка 15 мм и более (по данным ЭхоКГ, магнитно-резонансной томографии (МРТ) или компьютерной томографии (КТ)).

В настоящее время, практически не существует однозначного набора строгих показаний к выбору тактики и объема хирургического лечения у больных с обструктивной формой гипертрофической кардиомиопатии, поэтому вопрос выбора оптимального объема резекции миокарда у таких больных остается дискуссионным.

«Золотым стандартом» хирургического лечения для симптоматических пациентов с обструктивной формой гипертрофической является резекция межжелудочковой перегородки (септальная миэктомия) [5, 6, 7]. Однако, в последнее время, ведутся дебаты относительно оптимального лечения для пациентов с выраженными клиническими проявлениями обсуждаемой патологии, но при этом минимальном градиенте на выводящем тракте левого желудочка.

Случаев госпитальной летальности не было установлено. В 2 случаях документированы осложнения в виде пароксизма фибрилляций предсердий.

Заключение. Представленные нами данные свидетельствуют о хороших результатах хирургической коррекции обструктивной формы гипертрофической кардиомиопатии и недостаточности митрального клапана, а выбранный метод и объем резекции обструкционного субстрата является оптимальным для адекватного восстановления гемодинамики.

Ключевые слова: обструктивная гипертрофическая кардиомиопатия, SAM-синдром, градиент в выводящем тракте левого желудочка, септальная миэктомия, пластика митрального клапана.

Современная международная концепция хирургического лечения ГКМП также включает сопутствующее вмешательство на митральном клапане для устранения его недостаточности [5, 8, 9, 10].

Цель работы

Проанализировать результаты хирургического лечения обструктивной формы гипертрофической кардиомиопатии у пациентов с SAM-синдромом и выраженной недостаточностью митрального клапана.

Материалы и методы

Представленная работа была выполнена на базе Российского научного центра хирургии им. акад. Б.В. Петровского. г. Москвы, на кафедре ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Данная работа является когортным проспективным исследованием. Было проведено комплексное, углубленное обследование и хирургическое лечение 42 пациентов (52,4% женщин и 47,6% мужчин) в возрасте от 33 до 78 лет (средний возраст $52 \pm 9,8$ лет) с обструктивной формой гипертрофической кардиомиопатии у пациентов с SAM-синдромом и выраженной недостаточностью митрального клапана. Всем пациентам ($n=42$) была выполнена эхокардиографическое исследование (ЭхоКГ) по стандартной методике с использованием ультразвукового сканнера Hitachi Arietta V70. Интраоперационную оценку состояния митрального клапана, его подклапанных структур проводили при помощи чреспищеводной ЭХО-КГ с использованием датчика GE6Tc-RS. Электрокардиограмма (ЭКГ) по стандартной методике в 12-ти отведениях. Хирургическая коррекция гипертрофической кардиомиопатии в нашей когорте пациентов проводилась методом септальной миэктомии ($n=41$) и у 38 чел. (90,5%) в сочетании с пластикой митрального клапана митрального клапана, 1 больной было выполнено протезирование митрального клапана механическим протезом.

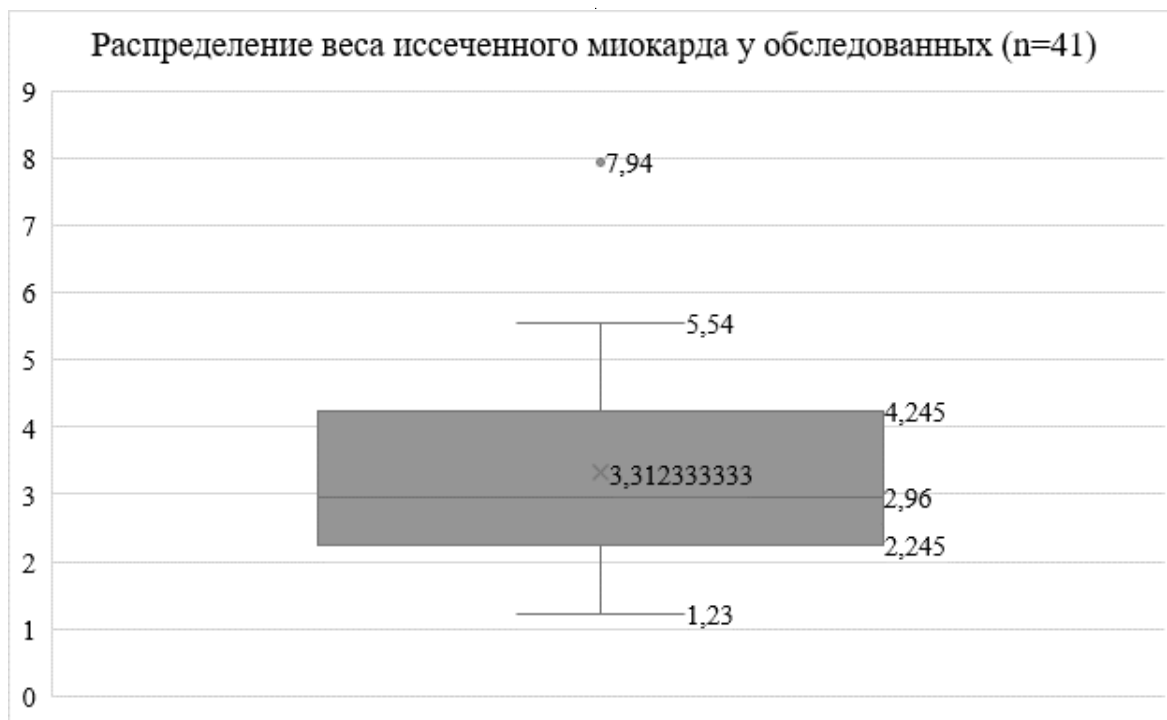


Рис. 1. Показатели группового распределения веса иссеченного миокарда у обследованных пациентов нашей когорты (n=41).

Статистическая обработка полученных результатов исследования проводилась в программном обеспечении Microsoft Excel 2017 с использованием средних значений (M), достоверность определялась при помощи критерия Стьюдента, а ее критический уровень в данном исследовании принимали равным 0,05. Связь между явлениями изучали с помощью коэффициента корреляции (r) Спирмена.

Результаты

При выполнении септальной миоэктомии среди пациентов нашей когорты (n=41) иссечение одного обструкционного субстрата было выполнено у 30 пациентов (73,2%) и двух — у 11 чел. (26,8%).

Вес иссеченного обструкционного субстрата варьировал от 1,23 гр. до 12,16 гр. и в среднем составлял $3,31 \pm 0,37$ гр. (рис. 1).

На рис. 1. представлены показатели группового распределения веса иссеченного миокарда у обследованных больных нашей когорты (n=41).

После проведенного хирургического вмешательства было документировано снижение градиента давления в выводном тракте левого желудочка у обследованных пациентов в среднем на $77,1 \pm 2,5\%$. Было

установлено достоверно значимое различие среднего значения веса иссеченного миокарда у пациентов с различной выраженностью снижения градиента давления в выводном тракте левого желудочка после проведенной хирургической коррекцией ГКМП. Среднее значение веса иссеченного миокарда у пациентов (n=17) со снижением градиента давления в ВТЛЖ после хирургической коррекции ГКМП менее 77,1% составляло $2,62 \pm 0,99$ гр, что было достоверно ниже показателя пациентов (n=24) с более выраженным снижением градиента давления ($4,70 \pm 2,66$ гр, $p < 0,05$).

Установлено наличие прямой корреляционной зависимости слабой степени выраженности ($r=0,44$) между весом иссеченного миокарда и градиентом давления в ВТЛЖ до хирургической коррекции гипертрофической кардиомиопатии. Документирована прямая корреляционная зависимость средней степени выраженности ($r=0,52$) между весом иссеченного миокарда и толщиной межжелудочковой перегородки по данным эхокардиографии на дооперационном этапе.

Результаты анализа изменения массы миокарда левого желудочка и индекса массы миокарда ЛЖ свидетельствуют о снижении данных показателей после проведенного хирургического лечения у пациентов (n=41) нашей когорты (рис. 2). Мы установили снижение массы

Таблица 1. Характеристика ритма сердца у обследованных пациентов (n=42) до и после хирургического лечения ГКМП.

Параметры	До операции			После			P
	Абс.	%	m	Абс.	%	m	
Синусовый ритм	32	76,2	6,57	39	92,9	3,29	<0,05
Нормальная ЧСС	35	83,3	5,75	21	50,0	7,72	<0,05
Синусовая брадикардия	15	35,7	7,39	4	9,5	4,53	<0,05
Фибрилляция предсердий	2	4,8	3,29	2	4,8	3,29	>0,05
Синусовая тахикардия	2	4,8	3,29	0	-	-	-

*p — достоверность различий между до и послеоперационными показателями, рассчитанная при помощи критерия Стьюдента.

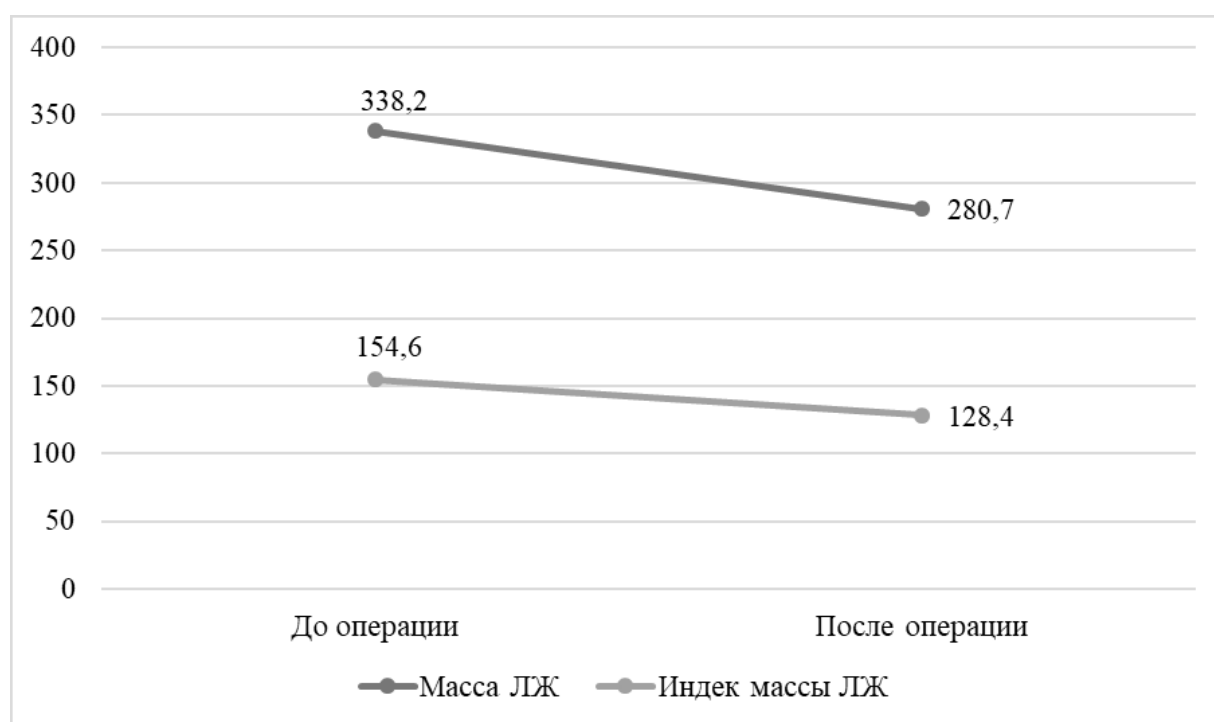


Рис. 2. Динамика показателей массы ЛЖ и индекса массы ЛЖ в послеоперационном периоде у обследованных пациентов (n=41) с ГКМП.

левого желудочка на 17,0%, индекса массы левого желудочка — на 16,9%.

Согласно данным ЭКГ (табл. 1), у 92,9% обследованных пациентов в послеоперационном периоде был зарегистрирован синусовый ритм, что было достоверно чаще ($p < 0,05$), в сравнении с предоперационным показателем (76,2%). Нормальная частота сердечных сокращений (ЧСС, 60–90 уд. в мин.) была констатирована у 83,3% (до операции — 50,0%, $p < 0,05$). В послеоперационном периоде мы документировали достоверное ($p < 0,05$) снижение количества пациентов с синусовой брадикардией с 15 чел. до 4 чел.

Электрокардиографических признаков гипертрофии левого желудочка и/или левого предсердия, а также признаков перегрузки левого желудочка на ЭКГ у обследованных пациентов в послеоперационном периоде документировано не было.

Результаты анализа начального этапа ремоделирования левого желудочка обследованных пациентов после хирургического лечения свидетельствуют о достоверном увеличении его конечно-диастолического объема. Среднее значение конечно-диастолического объема после проведения хирургической коррекции гипертрофической кардиомиопатии у обследованных

Таблица 2. Дополнительные процедуры на митральном клапане (n=21)

Вид процедуры на митральном клапане	Абс.	%
Резекция патологической папиллярной мышцы	2	5,3
Резекция хорд второго порядка передней створки	18	47,3
Резекция тяжей между передней и задней папиллярными мышцами и межжелудочковой перегородки	16	42,1
Резекция дополнительной мышечной трабекулы	1	2,6
Резекция патологических мышечных трабекул	5	13,2
Пликация краевой зоны сегмента А2 передней створки	3	7,9
Шейвинг передней створки	1	2,6
Резекция патологической хорды	2	5,3

Примечание: % указан от общего числа пациентов, которым выполнялась септальная миэктомия в сочетании с пластикой митрального клапана (n=38).

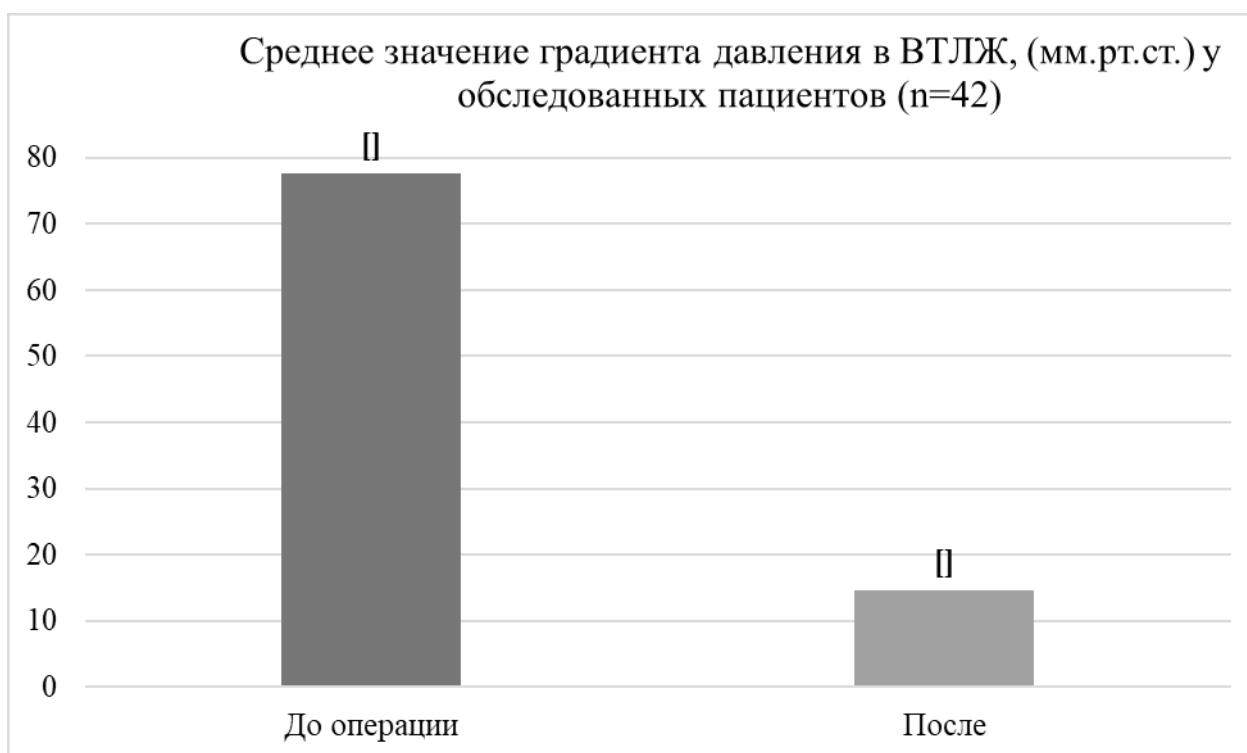


Рис. 3. Показатели группового распределения градиента давления в ВТЛЖ у обследованных (n=42) до и после хирургического лечения ГКМП.

женщин (n=22) составляло $128,99 \pm 9,29$ мл, что было достоверно ($p < 0,05$) больше дооперационного показателя ($103,05 \pm 7,43$ мл). Следует отметить, что исследованный показатель достиг физиологического значения (более 104 мл) у пациенток нашей когорты. У обследованных мужчин также было документировано достоверное увеличение конечно-диастолического объема левого желудочка после проведенного хирургического лечения ($151,25 \pm 8,64$ мл и $123,35 \pm 8,01$ мл соответственно, $p < 0,05$), однако без достижения нормативного показателя (155 мл).

Градиент давления в ВТЛЖ у обследованных пациентов после хирургической коррекции варьировал от 5 мм.рт.ст до 26 мм.рт.ст. и его среднее значение составило $14,5 \pm 1,36$ мм.рт.ст, что было в 8,7 раз достоверно ниже дооперационного показателя ($77,7 \pm 4,7$ мм.рт.ст., $p < 0,05$).

На рис. 3 представлены показатели группового распределения градиента давления в ВТЛЖ у обследованных пациентов нашей когорты (n=42) до и после хирургического лечения ГКМП.



Рис. 4. Структура недостаточности митрального клапана у обследованных пациентов (n=42) до и после оперативного вмешательства.

Следует отметить, что в послеоперационном периоде у всех обследованных пациентов (n=42, 100%) было констатировано разрешение SAM-синдрома.

У 21 пациента (55,3%), которым выполнялась септальная миэктомия в сочетании с пластикой митрального клапана (n=38), было проведено 48 различных дополнительных процедур на митральном клапане при выполнении его пластики, вид и частота которых представлены в табл. 2.

После проведенной хирургической коррекции ГКМП мы выявили уменьшение степени митральной недостаточности, в том числе у трех пациентов, которым была выполнена исключительно септальная миэктомия без пластики МК.

Результаты сравнительного анализа структуры митральной недостаточности у обследованных пациентов (n=42) до и после оперативного вмешательства свидетельствуют о ее перераспределении в послеоперационном периоде (рис. 4). Так, преимущественное количество пациентов (22 чел., 52,4%) до хирургической коррекции имели 3 степень недостаточности митрального клапана тогда, как в послеоперационном пери-

оде — у наибольшей доли пациентов (42,9%, 18 чел.) констатирована 1 степень регургитации на МК (рис. 4). Среди обследованных пациентов после хирургической коррекции ГКМП не было установлено случаев митральной недостаточности 2–3 ст., 3 ст. и 4 ст.

После выполненного хирургического лечения ГКМП было установлено достоверное снижение ($p < 0,05$) количества обследованных пациентов с аортальной недостаточностью с 45,2% до 4,8% и трикуспидальной недостаточностью — с 90,5% до 54,8%.

Пациенты находились в стационаре от 10 до 14 дней (средняя продолжительность — $10,8 \pm 0,23$ дней), все обследованные (100%) были выписаны в удовлетворительном состоянии через 6–8 дней после проведенного хирургического лечения (среднее — $6,9 \pm 0,11$ дней). Случаев госпитальной летальности не было установлено.

В нашей когорте пациентов после проведенной резекции межжелудочковой перегородки и пластики митрального клапана осложнения в виде пароксизма фибрилляций предсердий были документированы 2 случая (4,8%).

Обсуждение

Распространенность ГКМП, по данным разных авторов, составляет от 0,16% до 0,29% среди взрослого населения ($\approx 1: 344-1: 625$ чел.) [1, 11, 12, 13]. Эпидемиологические исследования в Российской Федерации отсутствуют, однако можно предположить, что 300 000 человек страдают обсуждаемой патологией [14].

Ежегодно смертность больных с ГКМП в Российской Федерации среди взрослого населения составляет 1–3% [14].

По данным Европейского общества кардиологов [4], до 30% случаев причина возникновения ГКМП остается неизвестной.

Постепенное признание роли переднего систолического движения створок митрального клапана (SAM-синдром) в патофизиологии ГКМП имело большое значение в развитии хирургического метода коррекции обсуждаемого заболевания [5]. Было установлено, что SAM-синдром вызывает как обструкцию ВТЛЖ, так и митральную регургитацию при гипертрофической кардиомиопатии и многие хирурги считали, что вмешательство в митральный клапан было необходимо во время резекции МЖП [5]. Однако, Morrow AG [5] полагал, что вмешательство в структурно нормальный митральный клапан редко требуется при ГКМП, даже при гемодинамически значимой регургитации митрального клапана.

Messmer VJ et al. [15] предположили, что SAM-синдром и митральная недостаточность были вызваны чрезмерной гипертрофией и неправильным расположением папиллярных мышц, вызывающих смещение митральных створок в систолу. Поэтому Messmer VJ et al. [15] предложили проверять митральный аппарат у каждого пациента, а их техника расширенной миектомии включала освобождение любых вторичных прикреплений между стенкой левого желудочка и папиллярными мышцами, а также иссечение любой гипертрофированной мышцы.

Современная международная концепция хирургического лечения ГКМП все еще включает сопутствующее вмешательство на митральном клапане для устранения его недостаточности [5, 8, 9, 10]. Данная хирургическая манипуляция требуется у 11–20% пациентов, перенесших миектомию [4]. У пациентов с выраженным удлинением створок митрального клапана и / или его недостаточностью (от средней до тяжелой степени) септальная миектомия может сочетаться с одной из нескольких дополнительных процедур, включая замену митрального клапана, задне-верхнюю перестройку папиллярных

мышц, частичное иссечение и мобилизация папиллярных мышц, пластика передней митральной створки [4]. У 21 пациента (55,3%) нашей когорты, которым выполнялась септальная миектомия в сочетании с пластикой митрального клапана ($n=38$), было проведено 48 различных дополнительных процедур на митральном клапане при выполнении его пластики, наиболее частыми из которых были резекция хорд второго порядка передней створки (47,3%) и резекция тяжей между передней и задней папиллярными мышцами и межжелудочковой перегородки (42,1%).

Однако, Hang D. et al. [5] отмечают, что согласно опыту их клиники (Майо), вмешательство на митральном клапане, как правило, является исключением, а не нормой при ГКМП. В большинстве случаев регургитация митрального клапана, наблюдаемая при гипертрофической кардиомиопатии, происходит исключительно из-за SAM-синдрома его створок [5]. У таких пациентов Hang D. et al. [5] выявили, что выраженность обструкции в ВТЛЖ, SAM — синдрома и связанная с ним недостаточность митрального клапана адекватно уменьшаются только при расширенной септальной миектомии. При этом, если у пациента имеется выраженный пролапс или разрыв хорды, тогда вмешательство на митральном клапане является оправданным [5]. Согласно результатам исследования Hong JH et al. [16], Wan CK et al. [17] и Weissler-Snir A al. [18], в таких случаях, предпочтительнее является пластика митрального клапана, чем его замена, что связано с более высоким показателем выживаемости у этих пациентов. Безопасный и эффективный подход к интраоперационному лечению ассоциированной митральной недостаточности заключается в том, чтобы сначала выполнить адекватную расширенную септальную миектомию, остановить искусственное кровообращение, а затем повторно оценить аппарат митрального клапана с помощью интраоперационной чреспищеводной эхокардиографии [5].

Наиболее часто выполняемой хирургической процедурой, используемой для лечения обструкции выводящего тракта при гипертрофической кардиомиопатии, является миектомия — резекция межжелудочковой перегородки (процедура Morrow) [1, 4]. Эта хирургическая методика устраняет или существенно уменьшает градиент на ВТЛЖ в более чем 90% случаев, уменьшает связанную с SAM-синдромом митральную регургитацию и улучшает физическую работоспособность пациента [8, 19, 20, 21]. У наших пациентов также была использована вышеуказанная методика, что позволило достичь хороших результатов со снижением градиента давления в ВТЛЖ у всех (100%) обследованных, при этом показатель его среднего значения по группе достоверно ($p<0,05$) уменьшился в 8,7 раз.

Согласно данным ряда авторов, основными хирургическими осложнениями процедуры Morrow являются атрио-вентрикулярная узловая блокада, дефект межжелудочковой перегородки и аортальная недостаточность, однако в опытных кардиохирургических центрах их частота составляет не более 2% [22, 23, 24, 25]. В нашей когорте пациентов осложнения в виде пароксизма фибрилляций предсердий были документированы в 2 случаях.

Cui B et al. [26] считают, что миотомия-миэктомия межжелудочковой перегородки может быть успешно выполнена для тяжелой обструктивной формы ГКМП и митральной недостаточностью с низким уровнем заболеваемости и смертности и превосходной выживаемостью у подавляющего большинства пациентов. Представленные результаты подтверждают опубликованные ранее данные Ross RE et al. [27], которые также доказали, что хирургическая миэктомия обеспечивает превосходную выживаемость у пациентов с обструктивной гипертрофической кардиомиопатией, аналогичную выживанию здоровой популяции. Результаты

нашего исследования также сопоставимы с данными Cui B et al. [26] и Ross RE et al. [27].

Заключение

Представленные нами данные свидетельствуют о хороших результатах хирургической коррекции обструктивной формы гипертрофической кардиомиопатии и недостаточности митрального клапана, а выбранный метод и объем резекции обструкционного субстрата является оптимальным для адекватного восстановления гемодинамики. Выбранная тактика лечения обструктивной формы гипертрофической кардиомиопатии у пациентов с SAM-синдромом и выраженной недостаточностью митрального клапана позволила выписать пациентов в удовлетворительном состоянии уже через 6–8 дней после проведенного хирургического вмешательства, что имеет важное медико-социальное и экономическое значение: качество жизни таких пациентов, их трудоспособность могут быть восстановлены в скором периоде времени, а затраты государства на их пребывание в стационаре снижены до минимальных.

ЛИТЕРАТУРА

- Marian A.J., Braunwald E. Hypertrophic Cardiomyopathy Genetics, Pathogenesis, Clinical Manifestations, Diagnosis, and Therapy // *CircRes*. 2017;121:749–770.
- Maron BJ. Hypertrophic cardiomyopathy: An important global disease. // *Am J Med* 2004;116:63–5.
- Udelson JE, Yancy CW. 2011 ACCF/AHA guideline for the diagnosis and treatment of hypertrophic cardiomyopathy: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;142: e153–203.
- Elliott PM, Anastakis A, Borger MA et al. 2014 ESC guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy: the task force for the diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy of the European society of cardiology (ESC). // *Eur Heart J*. 2014; 35:2733–2779.
- Hang D., Anita Nguyen, Hartzell V. Schaff. Surgical treatment for hypertrophic cardiomyopathy: a historical perspective. *Ann Cardiothorac Surg* 2017;6(4):318–328
- Бокерия Л. Гипертрофическая обструктивная кардиомиопатия. // *Анналы хирургии*. 2013. — 5. — с. 5–14.
- Williams, LK, Rakowski, H. Surgical myectomy for hypertrophic obstructive cardiomyopathy: the cut that heals. // *Circulation* 2013; 128: 193–197.
- Desai MY, Smedira NG, Bhonsale A, et al. Symptom assessment and exercise impairment in surgical decision making in hypertrophic obstructive cardiomyopathy: Relationship to outcomes. // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2015;150:928–35.e1.
- Wang S, Luo M, Sun H, et al. A retrospective clinical study of transaortic extended septal myectomy for 67. obstructive hypertrophic cardiomyopathy in China. // *Eur J Cardiothorac Surg* 2013;43:534–40.
- Kuč M, Kořut P, Róžański J, et al. Extended myectomy in the treatment of patients with hypertrophic obstructive 68. cardiomyopathy. // *Kardiochir Torako-chirurgia Pol* // 2016;13:300–4.
- Biswas A, Das S, Kapoor M, Seth S, Bhargava B, Rao VR. Epidemiology of cardiomyopathy — A clinical and genetic study of hypertrophic cardiomyopathy: The EPOCH-H study. // *J Pract Cardiovasc Sci* 2015;1:143–9
- Maron et al. Epidemiology of HCM // *Circulation*. 2000;102:858–864.
- Semsarian C. et al. New Perspectives on the Prevalence of Hypertrophic Cardiomyopathy. // *Journal of the American College of Cardiology*. Volume 65, Issue 12, 31 March 2015, Pages 1249–1254
- Агеев Ф.Т. и соавт. Клинические рекомендации по диагностике и лечению кардиомиопатий (гипертрофическая). // *Евразийский кардиологический журнал* — № 3. — 2014 г. — с. 5–2.
- Morrow AG, Fogarty TJ, Hannah H 3rd, et al. Operative 32. treatment in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. Techniques, and the results of preoperative and postoperative clinical and hemodynamic assessments. // *Circulation* 1968;37:589–96.
- Hong JH, Schaff HV, Nishimura RA, et al. Mitral 69. Regurgitation in Patients With Hypertrophic Obstructive Cardiomyopathy: Implications for Concomitant Valve Procedures. // *J Am Coll Cardiol* 2016;68:1497–504.
- Wan CK, Dearani JA, Sundt TM 3rd, et al. What is 70. the best surgical treatment for obstructive hypertrophic cardiomyopathy and degenerative mitral regurgitation? // *Ann Thorac Surg* 2009;88:727–31; discussion 731–2.

18. Weissler-Snir A, Adler A, Rakowski H. MV Surgery 71. as Adjunct to Surgical Myectomy for Obstructive HCM: Less Is More Than Enough. // *J Am Coll Cardiol* 2016;68:1505–8.
19. Price J, Clarke N, Turer A, et al. Hypertrophic obstructive cardiomyopathy: review of surgical treatment. // *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2017 Nov;25(9):594–607
20. Houston, BA, Stevens, GR. Hypertrophic cardiomyopathy: a review. // *Clin Med Insights Cardiol* 2014; 8(Suppl 1): 53–65.
21. Williams, LK, Rakowski, H. Surgical myectomy for hypertrophic obstructive cardiomyopathy: the cut that heals. // *Circulation* 2013; 128: 193–197.
22. Gutermann, H, Pettinari, M, Van Kerrebroeck, C Myectomy and mitral repair through the left atrium in hypertrophic obstructive cardiomyopathy: the preferred approach for contemporary surgical candidates? // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014; 147: 1833–1836
23. Quintana, E, Schaff, HV, Dearani, JA. Transapical myectomy for septal hypertrophy not accessible through the aortic root. // *World J Pediatr Congenit Heart Surg* 2015; 6: 455–457.
24. Redaelli, M, Poloni, CL, Bichi, S, Esposito, G. Modified surgical approach to symptomatic hypertrophic cardiomyopathy with abnormal papillary muscle morphology: sSeptal myectomy plus papillary muscle repositioning. // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014; 147: 1709–1711.
25. Wu JJ, Seco M, Medi C, et al. Surgery for hypertrophic cardiomyopathy. // *Biophys Rev*. 2015;7(1):117–125.
26. Cui B, Wang S2, Xu J2, Wang W2, Song Y2, Sun H2, Zheng Z2, Lv F2, Xiong H2. The surgical management of hypertrophic obstructive cardiomyopathy with the concomitant mitral valve abnormalities. // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2015 Dec;21(6):722–6.
27. Ross RE, Sherrid MV, Casey MM, Swistel DG, Balam SK. Does surgical relief of obstruction improve prognosis for hypertrophic cardiomyopathy? // *Prog Cardiovasc Dis*. 2012 May-Jun;54(6):529–34.

© Ю Юаньбин (youyuanbing66@foxmail.com), Косенков Александр Николаевич (alencos@rambler.ru),

Е Хаожань (yehaorandc@gmail.com), Белов Юрий Владимирович (reccardio@med.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый МГМУ им. И.М. Сеченова

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Abdullaeva A. — Candidate of Medical Sciences, Assistant, Dagestan State Medical University, Ministry of Health of Russia, Makhachkala

Abdurzakov M.-S. — Postgraduate, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
abdur-zak_mago@mail.ru

Afonina E. — Clinical resident, Tambov State University named after G.R. Derzhavin
afonina.ekaterina-2012@yandex.ru

Aksenova V. — PhD (Biology), Dr. Habil, professor, Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov

Allakhverdyan A. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimova, Moscow, Russia
allakhverdyan@rambler.ru

Anipchenko A. — Candidate of Medical Sciences, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimova, Moscow
dottor.aleks@mail.ru

Anipchenko N. — Candidate of Medical Sciences, Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow
dottor.na@gmail.com

Ataev A. — MD, Dagestan State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
drataev57@mail.ru

Averina A. — Candidate of Medical Sciences, orthopedic dentist, LLC "Dentika" Voronezh
annaavr1981@yandex.ru

Ayupova N. — Applicant, Samara State Medical University

Babina S. — KNITU-KAI named after A.N. Tupolev
s2o5n1y7a@gmail.com

Balter R. — Candidate of Medical Sciences, Professor, Samara State Medical University
samaraobs gyn2@yandex.ru

Baziev h. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
bazaarh76@mail.ru

Belov Yu. — Petrovskiy Russian Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation
reccardio@med.ru

Blazhnova E. — Applicant, Samara State Medical University

Bluvshstein D. — Chief specialist-expert, Office of the Federal Treasury for the Kostroma Region
bluvshsteindv@gmail.com

Bondar E. — Associate Professor, North Caucasus Federal University
evbondar68@gmail.com

Brykina A. — Dentist-children's, GUZ "Lipetsk Regional Hospital"
miss-indie@yandex.ru

Chernov K. — Candidate of Medical Sciences, expert of St. Petersburg State Budgetary Institution of Healthcare "Medical Information and Analytical Center"
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Didenko G. — PhD, Associate Professor, South Ural State, Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Chelyabinsk)
pga80@mail.ru

Dorokhin R. — Postgraduate student of the Department of "Information Protection" of the Bauman Moscow State Technical University
ruslandorohin00@gmail.com

Drozdova V. — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Information Systems and Technologies, North Caucasian Federal University, Stavropol
viktorija_drozdova@rambler.ru

Dumaev R. — Undergraduate, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
dumaevrinat@gmail.com

Evnevich K. — Assistant, Smolensk State Medical University Ministry of Health Care of the Russian Federation
Evnevich.stom@mail.ru

Gabaeva K. — Specialist, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov; Public Funded Health Facility of Moscow Department of Healthcare Moskovskiy City Hospital
karina-gabaeva@mail.ru

Gadzhikhmedova A. — Leading specialist, JSC NPC "ESCOM"
ayshat.gadzhiahmedova@gmail.com

Gagarina S. — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovsky
g_ug@mail.ru

Gagarin Yu. — Candidate of technical sciences, Associate professor, Bauman Moscow State Technical University
gagarin_ye@bmstu.ru

Gandraburova N. — Associate Professor, North Caucasus Federal University
nadivgan@mail.ru

Ganiev M. — Ph.D. "Dagestan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Generalov A. — FGBOU VO "Moscow State University of Food Production"
sadha.generalov@gmail.com

Goncharenko A. — Postgraduate student, Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov
aogoncharenko97@gmail.com

Harina E. — Associate Professor, North Caucasus Federal University
euphorbia@mail.ru

Ibragimova A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Samara State Medical University
a.r.ibragimova@samsmu.ru

Ibragimov L. — Postgraduate, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
lechaiibragimov.1987@gmail.com

Ivanova T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Samara State Medical University
t.v.ivanova@samsmu.ru

Kallaev N. — MD, Dagestan State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
nazgmudin_K@mail.ru

Kamaeva T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FGBOU HE "Khakass State University N.F. Katanov"; Republican Clinical Perinatal Center, Abakan
tatyankamaev@yandex.ru

Kasyuk S. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, South Ural State, Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Chelyabinsk)
sergey.kasyk@gmail.com

Khabarov A. — Professor, d.m.s., Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, "Altai State Medical University" Barnaul, Russian Federation
habdoc@mail.ru

Kim T. — Postgraduate student of the Department of IU-6 of Bauman Moscow State Technical University

Kiryakov I. — Postgraduate, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
kiryakov.i@edu.spbstu.ru

Klimova O. — Candidate of biological sciences, Senior Researcher of the Kuzbass Botanical Garden of the Federal Scientific Center for Coal and Coal Chemistry

Komkina N. — Associate Professor, Ph.D., Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, "Altai State Medical University", Barnaul, Russian Federation habdoc@mail.ru

Kornienko V. — Senior lecturer, Donetsk National University kornienkovo@mail.ru

Kosenkov A. — Petrovskiy Russian Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation alenkos@rambler.ru

Kotyuk P. — Student, Donetsk National University pkotyuk01@mail.ru

Kovalenko S. — Expert of St. Petersburg State Budgetary Institution of Healthcare "Medical Information and Analytical Center" movchank@miac.zdrav.spb.ru

Kozlovskaya I. — Candidate of Medical Sciences, obstetrician-gynecologist, State Budgetary Institution of Health of the Yaroslavl Region "Regional Perinatal Center" kia801980@mail.ru

Krasavin E. — Candidate of technical sciences, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University e.krasavin@bmtu.ru

Kupriyanov A. — Doctor of biological sciences, professor, Chief Researcher of the Kuzbass Botanical Garden of the Federal Scientific Center for Coal and Coal Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo Kupr-42@yandex.ru

Kurbanismailova R. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Makhachkala raximat1281@mail.ru

Kurguz R. — PhD in Biology, College Professor, State Autonomous Vocational Education Institution «Bryansk Basic Medical College» rkurguz@rambler.ru

Lovpache Z. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov tanka70@yandex.ru

Lukyaeva Z. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov Zuli220779@mail.ru

Magaramov A. — Assistant "Dagestan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala) abdulla-magaramov@yandex.ru

Majidov R. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Makhachkala jnus@mail.ru

Maksimovich K. — Postgraduate student, Junior Researcher, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Novosibirsk State Agrarian University kiri-maksimovi@mail.ru

Merdanova M. — Applicant, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Makhachkala

Meshchurova T. — PhD (Biology), senior researcher, Ural State Research Institute of Regional Ecological Problems tmeshurova@mail.ru

Miklyaev S. — PhD, Associate Professor, Tambov State University named after G.R. Derzhavin miklaev@mail.ru

Minaeva N. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician E.A. Wagner Perm State Medical University docnvm@mail.ru

Mirzoev I. — Assistant, Dagestan State Medical University, Ministry of Health of Russia, Makhachkala d_manafova@mail.ru

Mirzoev N. — PhD Assistant of the Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Molodyakov S. — Doctor of technical Sciences, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
molodyakov_sa@spbstu.ru

Montina I. — Omsk State Pedagogical University, Associate Professor of the Department of Biology and Biological Education, Candidate of Biological Sciences
imontina@mail.ru

Morozov Yu. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Expert of the St. Petersburg State Budgetary Institution of Healthcare "Medical Information and Analytical Center"
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Movchan K. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Department, St. Petersburg State Budgetary Healthcare Institution "Medical Information and Analytical Center"; North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Novikova E. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, North Caucasian Federal University, Stavropol
novikovaelena_nik@mail.ru

Novikov E. — Professor, Doctor of Biological Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Novosibirsk State Agrarian University

Novoselova L. — Doctor of Biological Sciences, Professor, Perm State National Research University
Novoselova@psu.ru

Ogurliev A. — Assistant of the Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Operailo K. — 3rd year PhD student, North Caucasian Federal University, Stavropol
gladesinger18@gmail.com

Osmanov R. — Assistant of the Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
rustelm66@mail.ru

Palyutina E. — Candidate of Medical Sciences, Yaroslavl State Medical University, Ministry of Health of Russia
peyu260562@mail.ru

Petrova O. — Oncologist, Republican Clinical Oncology Center; postgraduate student and assistant, Bashkir State Medical University of the Ministry of Health and Social Development of Russia, Ufa
foxy1906@mail.ru

Polpudnikov S. — Candidate of technical sciences, Associate professor, Bauman Moscow State Technical University
polpud@bmstu.ru

Rimarev I. — Post-graduate student of the Belarusian State Academy of Telecommunications

Rozanov I. — Postgraduate student of the Department of IU-6 of Bauman Moscow State Technical University

Ryabaya I. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Northern State Medical University (Arkhangelsk)
soldik24@yandex.ru

Rybak V. — Candidate of technical sciences, associate professor, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
v.rybak@bsuir.by

Sarbasheva M. — PhD, Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, Russia
Tatyanaacusher@yandex.ru

Sarbasheva Z. — PhD, Cardiology Center, Nalchik, Russia
Zuhra1268@yandex.ru

Sergeeva C. — Postgraduate, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University»

Seropova A. — Stavropol State Medical University
gandraburova_sasha@mail.ru

Shklyayev V. — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Perm State National Research University; Ural State Research Institute of Regional Environmental Problems, Perm
shklyayevl@yandex.ru

Shoikhet Ya. — Head of the Department, Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, "Altai State Medical University", Barnaul, Russian Federation
habdoc@mail.ru

Shubin L. — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Yaroslavl State Medical University of the Ministry of Health, Russia, Yaroslavl
LBSH@yandex.ru

Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo
olia_1983kem@mail.ru

Sivets N. — Researcher of Laboratory of influenza and influenza-like diseases, Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology, Minsk, Republic of Belarus
sivets_n@mail.ru

Sivtsev A. — Assistant, FGBOU VO "Moscow State University of Food Production"
sivtsevao@mgupp.ru

Smirnova N. — State Budgetary Health care Institution of the Yaroslavl Region "Clinical Oncological Hospital", Yaroslavl
Tatkabu@mail.ru

Smirnov S.N. — Doctor of Technical Sciences, Bauman Moscow State Technical University
smirnovsn@bmstu.ru

Smirnov S.P. — Post-graduate student, Russian Technology University MIREA (Moscow)
smirnov.s.p1@edu.mirea.ru, spvert@mail.ru

Smoylov K. — KNITU-KAI named after A.N. Tupolev
kvant3108@mail.ru

Sorokina I. — Doctor of Biological Sciences, Professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University»
sorokina@bsu.edu.ru

Sotina E. — Pathologist of the highest qualification category, State Budgetary Institution of Healthcare of the Yaroslavl Region "Regional Perinatal Center"
sota.len@yandex.ru

Sotnikov A. — Candidate of Technical Sciences, Bauman Moscow State Technical University
sotnikov@bmstu.ru

Stepanova O. — PhD, Associate Professor, South Ural State, Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Chelyabinsk)
okalst@mail.ru

Sulyagina V. — Postgraduate Student, Department of Oncology, Institute of Clinical Medicine, FSAEI of HE I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)
lersul@mail.ru

Sushchenko A. — MD, Professor, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
avs270270@mail.ru

Taramov U. — Postgraduate, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
taramovu@bk.ru

Tarassenko S. — FSS Academy of Russia (Orel)
Dor71a96@mail.ru

Tatarkin V. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov"
vlad1k2@yandex.ru

Teuvov A. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
teuw@mail.ru

Tikhomirova S. — Candidate of Biological Sciences, Yaroslavl State Medical University, Ministry of Health of Russia. Cytogeneticist of the State Budgetary Healthcare Institution of the Yaroslavl Region "Regional Perinatal Center". svetlana-yar-2010@yandex.ru

Totikov V. — Dr. med., professor, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
vz-totikov@mail.ru

Totikov Z. — Dr. med, professor, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia
z-totikov@mail.ru

Trebunskikh A. — Applicant, Samara State Medical University; Doctor - obstetrician-gynecologist GBUZ SO SGP № 3

Trishin E. — State Budgetary Health care Institution of the Yaroslavl Region "Clinical Oncological Hospital", Yaroslavl
yar-torax@rambler.ru

Tselkovich L. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Samara State Medical University

Tvorogov D. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov"
tvorogovd@bk.ru

Valishin N. — Associate Professor, KNITU-KAI named after A.N. Tupolev
vnaillt@yandex.ru

Yaitsky A. — Senior lecturer, Samara State University of Social Sciences and Education
yaitsky@sgspu.ru

Yakimov M. — 3rd year PhD student, North Caucasian Federal University, Stavropol
maik3786@gmail.com

Yakovenko T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov"
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Yakushina S. — Docent, Oryol State University I.S. Turgenev
jakushina_svetlana@rambler.ru

Yartsev M. — Candidate of Medical Sciences, expert of St. Petersburg State Budgetary Institution of Healthcare "Medical Information and Analytical Center"
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Ye Haoran — Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation
yehaorandc@gmail.com

You Yuanbing — Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation
youyuanbing66@foxmail.com

Zakharov N. — PhD in Biology, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, «Bryansk State Engineering Technological University»
zaxarov1602@yandex.ru

Zolotnikova G. — Doctor of medical sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, «Bryansk State University named after I.G. Petrovsky»
gpzot15@yandex.ru

Zotova L. — Candidate of Medical Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Medical University named after Academician I.P. Pavlova" of the Ministry of Health of the Russian Federation
dr.zotova@gmail.com

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).

