

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№8 2021 (АВГУСТ)

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>

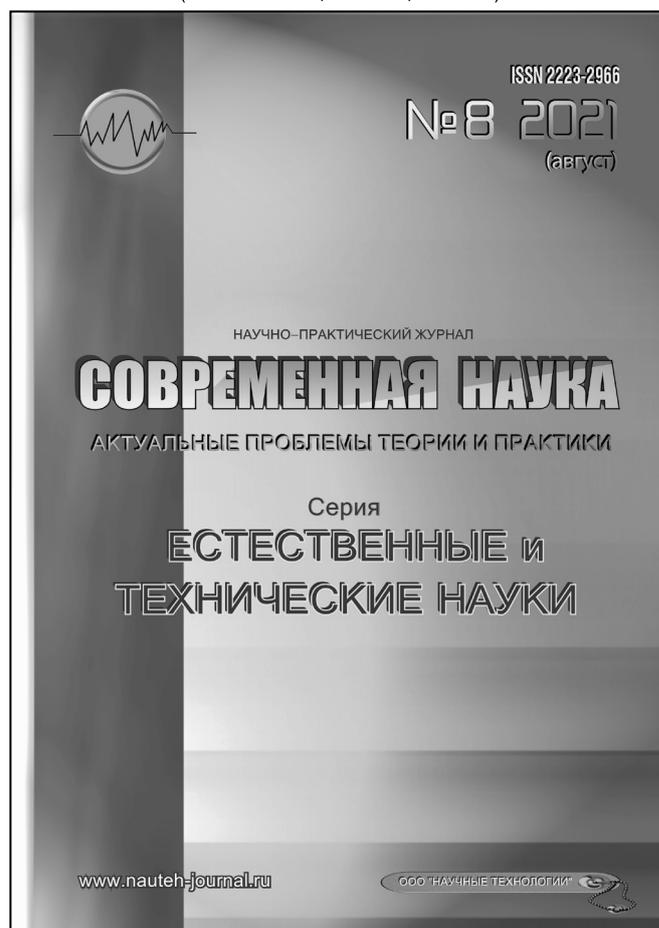
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 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 25.08.2021 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 Мурадovich — 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 Ильясovich — 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

Антоненко Д.А., Никифорова Ю.Ю., Мельник О.А. — Оценка воздействия компоста на экологические свойства чернозема выщелоченного при переходе на органическое земледелие
Antonenko D., Nikiforenko Yu., Melnik O. — Assessment of impact of compost on ecological properties of chernozem leached during transition to organic agriculture. 7

Мазнев В.Ю., Мазнева М.А., Горбунова Ю.С., Десяткова Т.А. — Биодиагностика экологического состояния почв рекреационной зоны г. Воронежа
Maznev V., Mazneva M., Gorbunova Yu., Devyatova T. — Bio-diagnostics of the ecological state of the soils of the recreational zone of Voronezh 13

Червинец В.М., Червинец Ю.В., Леонтьева А.В., Беляев В.С., Стулов Н.М., Родионов А.А., Червинец А.В., Трошин А.В., Румянцев В.А. — Особенности микробиоты полости рта больных с хроническим генерализованным пародонтитом у жителей Тверского региона
Chervinets V., Chervinets Yu., Leont'eva A., Belyaev V., Stulov N., Rodionov A., Chervinets A., Troshin A., Rummyantsev V. — Features of the oral microbiota of patients with chronic generalized periodontitis in residents of the Tversky region. 16

Информатика, вычислительная техника и управление

Борисов-Потоцкий А.С., Максимов А.С., Шишичкина А.В. — Учёт и систематизация вещественных доказательств в МВД России с применением информационных технологий
Borisov-Pototsky A., Maksimov A., Shishichkina A. — Accounting and systematization of material evidence in the MIA of Russia using information technologies. 24

Васильев О.С., Войтенко Ю.Л., Жевнеров В.А. — Возможность применения волновых информационных образов медикаментов для контроля и передачи воздействий
Vasiliev O., Voitenko Yu., Zhevnerov V. — Possibility of application of wave information images of medicines for control and transmission of effects 28

Воронова Н.М., Гагарина Л.Г., Доронина А.А., Скосырева М.С., Фомин Р.А., Чухляев Д.А. — Реализация модуля формирования пакетов адаптивных технологий для экспертной системы оптимального землепользования
Voronova N., Gagarina L., Doronina A., Skosyрева M., Fomin R., Chukhlyaev D. — Implementation of the module for the formation of adaptive technology packages for an expert system for optimal land use 34

Демидов Л.Н. — Уроки онлайн-образования
Demidov L. — Lessons of Online Education. 45

Ермаков Н.В., Молодяков С.А. — Разработка системы хранения с использованием методов быстрого доступа к данным
Ermakov N., Molodyakov S. — Development of a storage system using quick data access methods ... 50

Кобец Е.А., Насыров Н.Ф., Тартыньских П.С., Горлушкина Н.Н. — Построение объектной модели эталонного текстового документа для сервиса автоматизированного нормоконтроля
Kobets E., Nasyrov N., Tartynskikh P., Gorlushkina N. — Creation the object model of the text benchmark document for automation the norm rule checking service. 57

Козак Е. — Нейросетевые технологии – основные тренды развития в условиях глобальной цифровизации
Cozac E. — Neural network technologies — the main development trends in the context of global digitalization. 64

Козак Е. — Обучение нейронных сетей и его значение для развития программной инженерии
Cozac E. — Neural network training and its significance for the development of software engineering 68

Кхант Ко Зан, Сосенушкин С.Е. — Модель анализа больших данных для внедрения умных университетов <i>Khant Ko Zan, Sosenushkin S.</i> — Big data analysis model for the implementation of smart universities72	Прохоров А.В. — Классификация текста с использованием TensorFlow.js <i>Prokhorov A.</i> — Text classification using TensorFlow.js . . 109	
Малько С.В., Доровской В.А., Семенова А.Ю., Доровская И.Д. — Синтез информационных моделей принятия решений в системе управления экологического мониторинга <i>Malko S., Dorovskoy V., Semenova A., Dorovskaya I.</i> — Synthesis of information models of decision-making in the environmental monitoring management system.76	Пугач А.В., Степанова Д.С., Гаипов К.Э. — Анализ вероятностно-временных характеристик дисциплин обслуживания с гамма распределением <i>Pugach A., Stepanova D., Gaipov K.</i> — Analysis of probabilistic-temporal characteristics of service disciplines with gamma distribution.117	
Матросова Н.Д. — Исследование средств отслеживания активности пользователей в системах электронного обучения <i>Matrosova N.</i> — The research of user activity tracking tools in e-learning systems83	Трофимец Е.Н. — Теоретико-вероятностные методы и модели в системе управления информационно-аналитической подготовки специалистов МЧС России <i>Trofimets E.</i> — Theoretical and probabilistic methods and models in the management system of information and analytical training of specialists Emercom of Russia128	
Митрофанов С.Ю., Рыбников С.И. — Синтез полуавтоматической системы управления положением центра масс самолета в боковом движении для имитатора блока КСУ тренажерного устройства имитации полета <i>Mitrofanov S., Rybnikov S.</i> — Synthesis of a semi-automatic control system for the position of the center of mass of an aircraft in lateral motion for a simulator of a block of an integrated control system of a flight simulation training device87	Шевнина Ю.С. — Иерархическая модель нелинейной динамической системы <i>Shevnina Yu.</i> — Hierarchical model nonlinear dynamic system135	
Подкаменный Ю.А., Бебихов Ю.В., Семёнов А.С., Спиридонов В.М. — Анализ процесса рентгенолюминесцентной сепарации алмазосодержащих руд как объекта автоматизации <i>Podkamenny Yu., Bebikhov Yu., Semenov A., Spiridonov V.</i> — Analysis of X-ray luminescent separation of diamond ores as an automation object . . .94	Щемелинин Д.А. — Метод и алгоритм автоматического восстановления информационных сервисов на основе объективных прогностических данных мониторинга <i>Schemelinin D.</i> — Method and algorithm for automatic recovery of information services based on objective predictive monitoring data.140	
Поленок М.В., Бондаренко С.В., Юркова О.Н. — Разработка и применение методов машинного обучения и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в хозяйственной деятельности агропромышленного предприятия <i>Polenok M., Bondarenko S., Yurkova O.</i> — Development and application of machine learning methods and algorithms for solving management problems and decision-making in the economic activity of an agro-industrial enterprise.104	Клиническая медицина	
	Айли Иминьяцзы, Хорошинина Л.П. — Особенности сахарного диабета у людей старших возрастных групп, переживших в детстве длительные периоды голодания <i>Aili Yiminniyazi, Khoroshinina L.</i> — Features of diabetes mellitus in older age groups who experienced long periods of fasting in childhood 145	
	Ашкар С.С., Шаова Д.Х., Джафарова С.Б. — Влияние экологического состояния некоторых территорий Республики Адыгея на соматическую и стоматологическую заболеваемость детей <i>Ashkar S., Shaova D., Jafarova S.</i> — The influence of the ecological state of some territories of the Republic of Adygea on the somatic and dental health of children . . 149	

- Еременко И.И.** — Потенциальная роль нарушений кишечной микробиоты человека в качестве инициального звена патогенеза заболеваний иммунной системы, а также заболеваний, ассоциированных с нейровоспалением
Eremenko I. — The potential role of the disorders of the human gut microbiota as an initial link in the pathogenesis of diseases of the immune system, and of diseases associated with neuroinflammation . . .152
- Захохов Р.М., Ловпаче З.Н., Тлупова Т.Г., Мукаев А.А., Теуважукова Д.А.** — Госпитальная диагностика и реабилитация больных с парезом гортани после субтотальной субфасциальной и экстрафасциальной резекции щитовидной железы
Zakhokhov R., Lovpache Z., Tlupova T., Mukaev A., Teuvazhukova D. — Hospital diagnosis and rehabilitation of patients with laryngeal paresis after subtotal subfascial and extrafascial resection of the thyroid gland.....157
- Карсанов А.М., Кульчиев А.А., Маскин С.С., Коровин А.Я., Дербенцева Т.В., Ремизов О.В.** — Безопасность хирургической помощи: элементы системного подхода к проблеме. Часть 1
Karsanov A., Kultciev A., Maskin S., Korovin A., Derbentseva T., Remizov O. — Surgical care of safety: elements of a system approach to the problem. Part 1.. 162
- Карсанов А.М., Кульчиев А.А., Маскин С.С., Коровин А.Я., Дербенцева Т.В., Ремизов О.В.** — Безопасность хирургической помощи: элементы системного подхода к проблеме. Часть 2
Karsanov A., Kultciev A., Maskin S., Korovin A., Derbentseva T., Remizov O. — Surgical care of safety: elements of a system approach to the problem. Part 2.. 168
- Керефова З.В., Тхазаплизева М.Т., Шхагапсоева К.А., Карданова Л.В., Карданова К.Х.** — Влияние ортодонтического лечения на состояние тканей пародонта (обзор литературы)
Kerefova Z., Tkhazaplizheva M., Shkhagapsoeva K., Kardanova L., Kardanova K. — Influence of orthodontic treatment on the state of periodontal tissues.....174
- Магомедов М.М., Иманалиев М.Р., Магомедов М.А.** — Роль лапароскопических операций в формировании спаечного процесса в брюшной полости
Magomedov M., Imanaliev M., Magomedov M. — The role of laparoscopic surgery in the formation of the adhesion process in the abdominal cavity180
- Магомедов М.М., Хамидов М.А., Магомедов Х.М.** — Оценка скрининга POSSUM и P-POSSUM в прогнозировании послеоперационных осложнений и смертности при механической желтухе
Magomedov M., Khamidov M., Magomedov Kh. — POSSUM and P-POSSUM skiring assessment in prediction of postoperative complications and mortality in mechanical jaundice.188
- Нейфельд И.В., Бобылева И.В., Жирняков А.И., Рогожина И.Е.** — Оценка качества жизни при применении различных схем терапии климактерического и постоварэктомического синдромов
Neufeld I., Bobyleva I., Zhirnyakov A., Rogozhina I. — Assessment of the quality of life in the using various treatment regimens for climacteric and postovarectomy syndromes194
- Протасов А.В., Мекхаеэль Шехата Факхри Мекхаеэль, Джабиев А.А., Кулакова А.Л., Ибрагимов Э.С.** — Современные методы хирургического лечения паховой грыжи
Protasov A., Mekhaeel Shehata Fakhry Mekhaeel, Dzhabiev A., Kulakova A., Ibragimov E. — Modern methods of surgical treatment of inguinal hernia.199
- Прохоров К.В., Корягина Н.А., Спасенков Г.Н., Корягин В.С., Авдеев А.В., Марченко Д.Д.** — Задержка оказания медицинской помощи пациентам с острым инфарктом миокарда во время пандемии COVID-19
Prokhorov K., Koriagina N., Spasenkov G., Koriagin V., Avdeev A., Marchenko D. — Delaying medical care to patients with acute myocardial infarction during COVID-19 pandemic.202
- Руденко В.А., Какаулина Л.Н.** — Сравнительный анализ использования клинических и радиологических шкал для прогнозирования тяжести острого панкреатита
Rudenko V., Kakaulina L. — Early prediction of the severity of acute hancreatitis using clinical and radiologic scorting systems.206

<i>Руина О.В., Конышкина Т.М., Белькин Ю.А., Земскова С.Е., Дивулина Д.С.</i> — Бактериологическое исследование мочи как метод подбора терапии при лечении инфекций почек и мочевыводящих путей <i>Ruina O., Konishkina T., Belkin Yu., Zemskova S., Divulina D.</i> — Bacteriological study of urine as a method of selecting therapy in treatment of kidney and urinary tract infections.209	<i>Шалин В.В., Трошин Е.М., Вашуркина И.М., Смирнова Г.В., Кожаринов В.С., Шалина С.В.</i> — Сравнительная характеристика механической желтухи разного генеза <i>Shalin V., Troshin E., Vashurkina I., Smirnova G., Kozharinov V., Shalina S.</i> — Comparative characteristics of mechanical jaundice of different genesis . . . 228
<i>Салпагарова Ф.Х.-М.</i> — Профилактика генитального пролапса у женщин в поздний послеродовой период (обзор литературы) <i>Salpagarova F.</i> — Prevention of genital prolapse in women in late postnatal period (literature review) . . . 214	<i>Шахул Хамид Абдул Баситх, Макинян Л.Г., Абу Заалан Вессам, Айрапетов Г.А., Ауде Ф.С., Шиндиев К.</i> — Деформации переднего отдела стопы при ревматоидном артрите: мини-обзор <i>Shahul Hameed Abdul Basith, Makinyan L., Abo Zaalán Wessam, Airapetov G., Aude F., Shindiev K.</i> — Forefoot deformities in rheumatoid arthritis: a mini-review.234
<i>Севастьянов А.В., Рожкова М.Г., Фищев С.Б., Лепилин А.В., Орлова И.В., Пуздырева М.Н., Васильева Н.А., Шторина А.А.</i> — Обоснование безэкстракционных методов ортодонтического лечения пациентов <i>Sevastyanov A., Rozhkova M., Fishchev S., Lepilin A., Orlova I., Puzdyreva M., Vasilyeva N., Shtorina A.</i> — Justification of non-extractive methods of orthodontic treatment of patients218	
<i>Семелева Е.И., Кондратьева Н.А.</i> — Сравнительная характеристика функциональной активности жевательных мышц на ранних этапах ортопедической реабилитации с опорой на имплантаты <i>Semeleva E., Kondrateva N.</i> — Relative functional activity of masticatory muscles in the early stages of implant-supported orthopedic rehabilitation.224	
	Информация
	Наши авторы. Our Authors238
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале243

DOI 10.37882/2223–2966.2021.08.02

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПОСТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ОРГАНИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ASSESSMENT OF IMPACT OF COMPOST ON ECOLOGICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM LEACHED DURING TRANSITION TO ORGANIC AGRICULTURE

**D. Antonenko
Yu. Nikiforenko
O. Melnik**

Summary. Since intensive agriculture negatively affects the fertility of cultivated land, the article raises the relevance of the issue of switching to organic agriculture. Moreover, with the continuous growth of production and consumption waste, there is a need to understand its potential value and reusability. One such technique is the production of organomineral fertilizers in the form of composts. We have previously proposed a favorable ratio of waste in the composition of compost. It included semi-dried manure cattle, phosphogypsum and alfalfa straw. This article presents the results of field studies assessing the effect of different doses of the test compost on the ecological properties of the chernozem leached in growing corn on grain. Positive dynamics were revealed for the following indicators: concentration of organic substance, mobile phosphorus, total and ammonium nitrogen.

Keywords: organic agriculture, waste of production and consumption, composting, organomineral compost, ecological properties of soil, leached chernozem, fertility, corn per grain, concentration of nutrients.

Антоненко Дарья Алексеевна

К.с.-х.н., доцент, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
(г. Краснодар)
dasha-slav@rambler.ru

Никифоренко Юлия Юрьевна

К.б.н., доцент, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
(г. Краснодар)
petuh_yulya@mail.ru

Мельник Ольга Александровна

К.б.н., доцент, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
(г. Краснодар)
melnik_olga240781@mail.ru

Аннотация. Поскольку интенсивное сельское хозяйство негативное влияет на плодородие возделываемых земель, в статье поднимается актуальность вопроса перехода на органическое земледелие. К тому же, в условиях непрерывного роста объемов отходов производства и потребления возникает необходимость понимать их потенциальную ценность и возможность вторичного использования. Одним из таких технологических приемов является получение органоминеральных удобрений в виде компостов. Ранее нами предложено благоприятное соотношение отходов в составе компоста. В него вошли полуперепревший навоз КРС, фосфогипс и солома люцерны. В данной статье приводятся результаты полевых исследований по оценке воздействия разных доз исследуемого компоста на экологические свойства чернозема выщелоченного при выращивании кукурузы на зерно. Выявлена положительная динамика для следующих показателей: концентрация органического вещества, подвижного фосфора, общего и аммонийного азота.

Ключевые слова: органическое земледелие, отходы производства и потребления, компостирование, органоминеральный компост, экологические свойства почвы, чернозем выщелоченный, плодородие, кукуруза на зерно, концентрация питательных веществ.

Человеческая деятельность ежедневно связана с образованием и накоплением отходов, избавление от которых является проблемой мирового масштаба. Массовое складирование отходов приводит к загрязнению ландшафтов, снижению плодородия почв, потере ими экологических функций и нарушению естественного восстановления экосистем. В результате, идет интенсивное накопление загрязняющих веществ в различных компонентах окружающей природной

среды, что приводит к снижению качества жизни населения. Одной из таких проблем является получение сельскохозяйственной продукции с использованием интенсивных технологий, где предусмотрено внесение высоких доз минеральных удобрений. В сложившейся ситуации является актуальным находить альтернативные способы получения высококачественной продукции при минимизации внесения искусственно созданных компонентов.

Существует и другой важный аспект проблемы отходов. Наряду с лимитом ненарушенных площадей, обостряется проблема дефицита первичного сырья. Не стоит забывать, что практически все отходы имеют определенную ценность и потенциально могут быть использованы как вторичное сырье для производства качественно новой продукции (например, компостов, обогащенных питательными веществами). В состав таких компостов могут входить разнообразные отходы, начиная от органических или пищевых, заканчивая минеральными. Органические отходы (пищевые, коммунальные, животноводства или птицеводства) обладают высокой питательной ценностью и содержат многие элементы необходимые для развития растений. Кроме того, при внесении в почву они создают благоприятные условия для микробиоценозов и почвенной мезофауны (Никифоренко, 2013). Минеральные отходы производств в значительной степени влияют на реакцию почвенной среды, обеспечивая растения важными микроэлементами.

Но, к сожалению, это все в теории, а в реалии очень малая доля отходов используется в компостировании. Значительная часть ценной органики в виде стерни, соломы, опада просто сжигается или отправляется на мусорные свалки. Отходы животноводства годами складываются около ферм, теряя ценный углерод. Некоторые отходы пищевой промышленности, содержащие ценные микроэлементы, также нередко «бездарно» сливаются или сбрасываются в мусор, а могли бы послужить добавками в кормлении животных.

Компостирование отходов и получение питательных удобрений ограничивается приусадебными участками, садами, частными огородами. На данный момент о производственных масштабах речь не идет. Хотя и существует масса исследований, доказывающих, что компосты благотворно влияют на плодородие нарушенных земель (Beluchenko, 2015; Khaliq, Abbasi, 2015; Okeniyo, 2018; Моностырский, 2019; Проценко и др., 2019). Органоминеральные смеси при грамотном подборе компонентов могут также успешно использоваться в детоксикации загрязненных ландшафтов, так как способны связывать поллютанты и переводить их в неподвижные соединения.

Использование органоминеральных компостов при выращивании сельхозпродукции — один из перспективных путей перехода на органическое земледелие. Актуальность этого вопроса на Кубани высока, поскольку спрос на качественное сырье увеличивается. Население все больше обращает внимание на качество потребляемой продукции. Расширение посевных площадей неизбежно, следовательно, при существующей системе земледелия, будет расти применение различ-

ных удобрений и средств защиты растений, что приведет к снижению качественных показателей получаемого сырья. Частичная замена минеральных удобрений органическими позволит постепенно начать переход на экологическое земледелие и сохранить плодородие почв будущим поколениям. При этом важно давать объективную оценку качеству новых органоминеральных удобрений и их воздействию на свойства почвы, что является целью наших исследований в рамках гранта РФФИ и Администрации Краснодарского края (№ 19-416-233003 p_мол_a).

Ранее, в рамках проводимых нами исследований, подобран благоприятный состав органоминерального компоста для внесения на черноземе выщелоченном слабогумусном. Изучение физико-химических характеристик компостов, отличающихся дозами полуперепревшего навоза КРС (ПН КРС) и фосфогипса показало, что их соотношение 7:1 является наиболее выгодным. В этом варианте компоста отмечены следующие особенности: замедление минерализация органического углерода, накопление аммонийного азота и фосфатов, оптимальная реакция pH среды. В результате биотестирования установлено, что сложные компосты не угнетают рост побегов кукурузы. Наиболее благоприятное воздействие и стимуляция роста растений отмечены в варианте сложный компост II (соотношение полуперепревшего навоза КРС и фосфогипса 7:1) (Антоненко и др., 2019; Антоненко и др., 2019; Антоненко и др., 2020). Результаты исследований, представленные в данной статье, дают оценку воздействия выбранного компоста на свойства исследуемой почвы.

Методика исследований

Полевые испытания компоста II (ПН КРС + ФГ 7:1 + сено люцерны) осуществлялись на опытном участке кафедры ботаники и общей экологии Кубанского ГАУ в учебно-опытном хозяйстве (УОХ) «Кубань» г. Краснодара. Территория учхоза относится к Предкавказской лесостепной провинции (южная часть Прикубанской равнины). Роль исходных горных пород, при помощи которых образованы почвы хозяйства, выполняют лесовидные и аллювиальные отложения. Система орошения производится водами реки Кубань (КубаньГипрозем, 1991).

Почва на участке — чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных тяжелых суглинках. Исследуемая культура — кукуруза на зерно, гибрид среднеспелый «Краснодарский 377 АМВ».

Схема полевого деляночного опыта включала 5 вариантов в трехкратной повторности. Площадь делян-

Таблица 1. Агрохимический состав чернозема выщелоченного до закладки полевого поделяночного опыта, июль 2019 г.

Показатель	Единица измерения	Среднее по опытному участку
Содержание органического вещества	%	3,5 ± 0,2
Общий азот по Кьельдалю	%	0,24 ± 0,01
Запасы азота в верхнем слое почвы (0–20 см)	т/га	6,0 ± 0,3
Концентрация подвижного фосфора (P ₂ O ₅)	мг/кг	194,0 ± 8,7
Концентрация аммонийного азота	мг/кг	7,5 ± 0,6
Концентрация нитратного азота	мг/кг	11,5 ± 0,7
Реакция почвенной среды (рН водной вытяжки)	ед. рН	7,2 ± 0,4

ки — 30 м². Расположение повторений — сплошное, вариантов — рендомизированное.

Варианты полевого опыта:

1. Контроль — «чистая» почва без внесения удобрений.
2. Минеральные удобрения (МУ) — принятые для данной культуры нормы удобрений (аммофос).
3. Компост в дозе 20 т/га (ПН КРС + ФГ 7:1 + сено люцерны) без МУ.
4. Компост в дозе 40 т/га (ПН КРС + ФГ 7:1 + сено люцерны) без МУ.
5. Компост в дозе 60 т/га (ПН КРС + ФГ 7:1 + сено люцерны) без МУ.

Испытуемый сложный компост вносился осенью 2019 года под основную обработку. Весной 2020 г. был произведен посев кукурузы. Предшественник — озимая пшеница, уборка которой осуществлялась с измельчением соломы и распределением по поверхности почвы во всех вариантах опыта. В дальнейшем пожнивные остатки озимой пшеницы заделывались в почву дисковой бороной, а в сентябре проводилась основная обработка почвы — вспашка плугом на глубину 27–30 см.

Весной с целью уничтожения всходов сорной растительности, а также выравнивания поверхности почвы проводилась поверхностная обработка культиватором на глубину 8–10 см. Посев кукурузы проводили в оптимальные сроки, при прогревании почвы на глубине заделки семян до 12–14 °С. Норма высева — 70 тыс. шт./га. Посев проводился на глубину 6–8 см.

В течение вегетации кукурузы проводились 2 междурядные обработки:

1. в фазе 3–5 листьев культиваторами;
2. в фазе 6–8 листьев вручную при помощи тяпки.

В фазе полной спелости кукурузы, перед ее уборкой, проводили отбор почвенных образцов. Почву отбирали

поделяночно с каждого варианта и повторности по диагонали через каждые 1,5 м. В образцах определяли: содержание органического вещества методом Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91); общего азота по методу Кьельдаля; нитратного азота ионометрическим методом; обменного аммония по методу ЦИНАО (ГОСТ 26489–85); подвижного фосфора методом Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204–91); рН — потенциометрическим методом.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась в компьютерной программе Microsoft Office Excel.

Результаты исследований

Оценку агрономического состояния почвенного покрова на участке полевого опыта в учебном хозяйстве «Кубань» проводили до закладки опыта. Результаты показали, что содержание органического вещества составило 3,5%, что является низким показателем (Вальков, 2008). К тому же, основные выращиваемые культуры в условиях данного района (пшеница, кукуруза, свекла, подсолнечник) хорошо реагируют на содержание гуматов в почве, и требовательны к содержанию органического вещества. При такой концентрации органики истощение почвы неизбежно, и без использования органических удобрений через 10–20 лет эти почвы будут непригодны для выращивания сельхозкультур (таблица 1).

Содержание общего азота в исследуемых образцах составило 0,24±0,01%, что говорит о среднем значении для данного типа почв. Запасы азота в верхнем слое почвы (0–20 см) находятся на уровне 6 т/га. На наш взгляд, перед посевом кукурузы такое количество азота является недостаточным для полноценного ее питания, поскольку данная культура требует повышенного содержания азота в почве. Концентрация подвижного фосфора в верхнем слое почвы находилась в среднем на уровне 194±8,7 мг/кг, что указывает на высокое со-

Таблица 2. Воздействие минеральных удобрений и органоминерального компоста на свойства чернозема выщелоченного на момент уборки кукурузы, сентябрь 2020 г.

Вариант	Содержание органического вещества, %	Общий азот, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	NH ₄ ⁺ , мг/кг	Нитраты, мг/кг
Контроль	3,4 ± 0,15	0,24 ± 0,01	127,5 ± 6,0	5,2 ± 0,3	28,6 ± 1,4
Минеральные удобрения	3,4 ± 0,14	0,26 ± 0,01	154,0 ± 7,2	10,0 ± 0,6	54,5 ± 2,7
Компост 20 т/га	3,6 ± 0,15	0,25 ± 0,01	139,5 ± 6,8	6,8 ± 0,3	29,8 ± 1,4
Компост 40 т/га	3,9 ± 0,15	0,26 ± 0,01	146,5 ± 7,0	7,5 ± 0,4	32,5 ± 1,6
Компост 60 т/га	4,0 ± 0,16	0,27 ± 0,01	156,0 ± 7,4	8,6 ± 0,4	33,2 ± 1,5

держание этого элемента в почве. Количество аммонийного азота в почве до внесения компостов составило 7,5±0,6 мг/кг, это соответствует очень низкому уровню. Аналогично низкая обеспеченность характерна и для нитратного азота — 11,5±0,7 мг/кг. Реакция почвенной среды нейтральная, составила 7,2±0,4 ед. рН (таблица 1).

Таким образом, почва на участке полевого опыта характеризуется низким содержанием некоторых питательных элементов: органического вещества, аммонийного и нитратного азота. Низкие значения концентрации азота, вероятно, связаны с сезонной динамикой этого элемента, поскольку пробы отбирались в летний засушливый период после уборки озимой пшеницы, когда накопление нитратов и аммония минимальное. На наш взгляд, для восстановления экологических функций почвы и поддержания ее плодородия необходимо внесение органических форм удобрений.

К тому же, исследуемая в опыте культура (кукуруза) высокотребовательна и отзывчива к внесению органических и минеральных удобрений. Она усваивает питательные вещества вплоть до созревания зерна, вынося из почвы значительное их количество. Причем большая часть всех питательных элементов потребляется из почвы во вторую половину вегетационного периода. Так, на создание 1 т зерна требуется 24–30 кг азота, 10–12 кг фосфора, 25–30 кг калия (Краснодар, 2016).

При любом уровне применения минеральных удобрений важный резерв восполнения питательных веществ в почве — это органическое удобрение. Рекомендуется вносить 40–60 т/га навоза с последующим запахиванием, поскольку в открытом виде навоз теряет до 50% полезных свойств в течение одного дня. Органические удобрения способствуют не только повышению концентрации питательных веществ за счет минерализации органического вещества, но и заметному улучшению физических свойств почвы (снижению плотности, улучшению аэрации и структурного сложения). Физические свойства почвы являются частью системы, и играют немаловажную роль в трансфор-

мации химических элементов почвы и формировании благоприятных условий обитания живых организмов. Поэтому мы рассматриваем переход на органическое земледелие и применение органоминеральных компостов как комплексное действие, которое изменяет основные свойства почвы в лучшую сторону (Антоненко и др., 2017; Мельник, 2018).

Проведенные исследования по оценке воздействия компоста на агрохимические свойства чернозема выщелоченного показали, что внесение органоминерального удобрения повышает содержание органического вещества в среднем на 5,9–17,6% по сравнению с контролем и вариантом с применением минеральных удобрений. Максимальные значения характерны для варианта с компостом в дозах 40 и 60 т/га. Концентрация общего азота была минимальной на контроле (0,24±0,01%), что логично, поскольку в этом варианте не использовали никаких удобрений. Осеннее внесение минерального удобрения (аммофоса) способствовало повышению доли азота до 0,26±0,01%. Аналогичные изменения выявлены при использовании органоминерального компоста. При этом уровень содержания общего азота при внесении аммофоса и компоста в дозе 40–60 т/га одинаковый. То есть компост по обеспечению почвы азотом можно сравнить с вносимыми минеральными удобрениями (таблица 2).

Минимальные значения подвижного фосфора отмечены в контрольном варианте (127,5±6,0 мг/кг). Применение минерального удобрения и компоста в дозе 60 т/га равнозначно увеличивало концентрацию данного питательного элемента. Это указывает на возможность замены некоторых минеральных удобрений органическими, поскольку часто их эффективность находится на одном уровне. При этом неблагоприятное действие органики в разы меньше по сравнению с минеральными удобрениями, не говоря уже о их стоимости. При использовании компоста в дозах 20 и 40 т/га также отмечается повышение доли фосфора по сравнению с контролем на 9,4 и 14,9% (таблица 2).

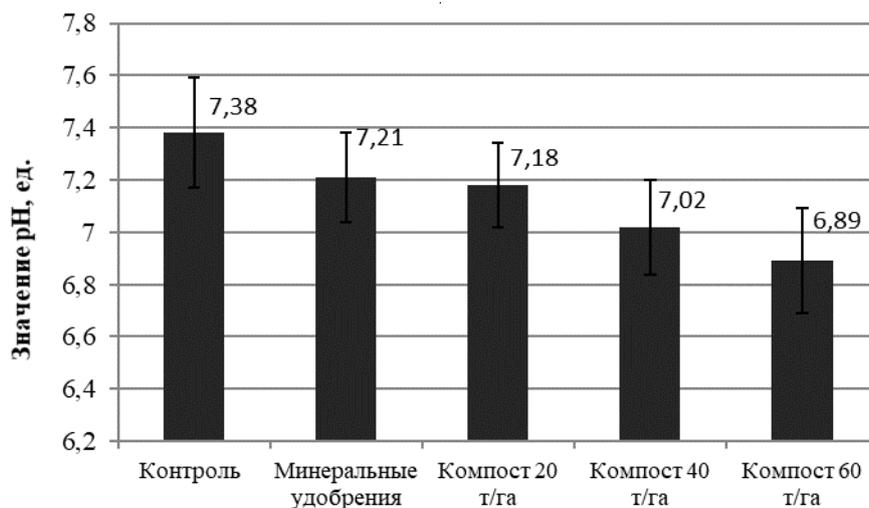


Рис. 1. Реакция среды чернозема выщелоченного при внесении минеральных удобрений и компостов, ед. рН (сентябрь, 2020 г.)

По обеспеченности аммонийным азотом почва на всех делянках опыта характеризовалась очень низким уровнем. Это связано с тем, что отбор проб проводился в конце вегетационного периода кукурузы и большую часть аммонийного азота поглотили растения. Максимальная концентрация аммонийного азота была в почве, где вносились только минеральные удобрения ($10 \pm 0,6$ мг/кг). При этом «компостные» варианты несколько проигрывали минеральным удобрениям, но заметно увеличили долю аммонийного азота по сравнению с контролем. Концентрация данного питательного элемента повысилась по сравнению с контролем на 30,8, 44,2 и 65,4% соответственно, в вариантах 20, 40 и 60 т/га компоста (таблица 2).

Содержание нитратного азота было на высоком уровне во всех вариантах почвы и заметно увеличилось по сравнению контрольной почвой до внесения удобрений. На наш взгляд, это связано с сезоном отбора проб. Именно в осеннее, более увлажненное время, происходит мобилизация нитратного азота. Если сравнивать концентрацию этого элемента по вариантам опыта, то максимум отмечен в почве, где вносили минеральные удобрения ($54,5 \pm 2,7$ мг/кг). Тогда как при использовании компоста в дозах 20–60 т/га заметных отличий по сравнению с контролем выявлено не было (таблица 2).

Полевые испытания показали, что применение сложного компоста способствовало изменению реакции почвенной среды от слабощелочной ($7,4 \pm 0,21$ ед. рН) до слабокислой (до $6,9 \pm 0,20$ ед. рН) (рисунок). Органоминеральный компост в дозах 40 и 60 т/га способствовал незначительному подкислению среды. Ве-

роятно, за счет этого поступление нитратного азота в растения кукурузы было более эффективным, и его концентрация в почве в конце вегетационного периода по сравнению с вариантом «минеральные удобрения» была ниже, поскольку именно в подкисленной среде поглощение корнями нитратов из почвы идет интенсивнее. Снижение рН за счет внесения компоста связано с его составом, а именно с содержанием фосфогипса. Реакция среды этого отхода кислая и составляет около 4,5–5,0 ед. рН.

В заключении отметим, что наиболее благоприятными дозами внесения органоминерального компоста, при которых отмечены статистически значимые различия по сравнению с контролем, являются 40 и 60 т/га. При этом высокие показатели по обеспеченности почвы питательными элементами характерны для вариантов с применением только минеральных удобрений и органоминерального компоста в дозе 60 т/га. Эти два варианта отличались максимальными значениями концентрации азотных соединений и фосфора. Так их можно считать равнозначными, то есть внесение принятой нормы минеральных удобрений и сложного компоста в дозе 60 т/га равноценно. При переходе на органическое земледелие стоит учитывать этот факт и рассматривать возможность полного или частичного отказа от дорогостоящих минеральных удобрений. К тому же, не стоит забывать, что минеральные удобрения не восполняют утраченную почвой органику. Данный факт хорошо прослеживается в результатах наших исследований. Только органические и органоминеральные удобрения способны поддерживать почвенное плодородие, которое и является «депо» для всех питательных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д.А., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю. Влияние органо-минеральных удобрений на свойства чернозема выщелоченного и состав почвенной мезофауны / Д.А. Антоненко, О.А. Мельник, Ю.Ю. Никифоренко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — Краснодар, 2017. — № 64. — С. 43–51.
2. Антоненко Д.А., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю. Использование сложных компостов на основе отходов в системе органического земледелия / Д.А. Антоненко, О.А. Мельник, Ю.Ю. Никифоренко // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки» — 2019. — № 11. — С 7–11.
3. Антоненко Д.А., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю. Особенности формирования сложного компоста на основе полуперепревшего навоза КРС и фосфогипса / Д.А. Антоненко, О.А. Мельник, Ю.Ю. Никифоренко // Экологический вестник Северного Кавказа — Краснодар, 2019. — Т. 15. — № 4. — С 37–42.
4. Антоненко Д.А., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю. Оценка токсичности сложных компостов методом биотестирования // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки» — 2020. — № 8–2. — С 5–9.
5. Мельник О.А. Сложный компост как источник органического вещества в почве агроландшафтов / О.А. Мельник // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: сб. матер. Междунар. науч. экол. конф. — Краснодар: КубГАУ, 2018. — С. 287–292.
6. Монастырский О.А. Органическое земледелие и получение экологичных пищевых продуктов в России / О.А. Монастырский, Е.В. Кузнецова, Л.П. Есипенко // Агрехимия. — Москва, 2019. — № 1. — С. 3–4.
7. Никифоренко Ю.Ю. Состав почвенной мезофауны в черноземе обыкновенном при внесении сложного компоста / Ю.Ю. Никифоренко // Экологический вестник Северного Кавказа — Краснодар, 2013. — Т. 9. — № 2. — С 30–39.
8. Проценко Е.П. Экологические аспекты применения органических компостов из отходов на черноземных почвах / Е.П. Проценко, Н.И. Косолапова, С.Г. Сапронова, Е.Ю. Алферова, Н.П. Неведров // Отходы, причины их образования и перспективы использования: сб. матер. Междунар. науч. экол. конф. — Краснодар: КубГАУ, 2019. — С. 599–601.
9. Технический отчет о почвенном обследовании опытного поля КубГАУ г. Краснодара Краснодарского края. — Краснодар: КубаньГипрозем, 1991. — 22 с.
10. Технология возделывания кукурузы. Рекомендации / сост. И.А. Лобач [и др.]. — Краснодар: изд-во КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, 2016. — 41 с.
11. Belyuchenko I.S. Living organisms in household and production wastes as functional basis of compound compost formation / I.S. Belyuchenko // Ecology, Environment and Conservation Paper. — Suppl. Issue. — 2015. — Vol. 21. — P. 47–56.
12. Khaliq A. Improvement in the physical and chemical characteristics of degraded soils supplemented with organic-inorganic amendments in the Himalayan region of Kashmir, Pakistan / A. Khaliq, M.K. Abbasi // Catena. — 2015. — Vol. 126. — P. 209–219
13. Luo Y., Liang J., Zeng G., Chen M., Mo D., Li G., Zhang D. Seed germination for toxicity evaluation compost: its Roles, Problems and Prospects // Waste Management. — 2018. — Т. 71. — С. 109–114.
14. Okenmuo F.C. Short-term amelioration of soil properties and maize yield enhancement using animal wastes in degraded hydromorphic soils of Southeastern Nigeria / F.C. Okenmuo, O.U. Odii, C.C. Okolo // Journal of Soil Science and Environmental Management. — 2018. — Vol. 9(6). — P. 91–97.

© Антоненко Дарья Алексеевна (dasha-slav@rambler.ru), Никифоренко Юлия Юрьевна (petuh_yulya@mail.ru),

Мельник Ольга Александровна (melnik_olga240781@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

БИОДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ Г. ВОРОНЕЖА

BIO-DIAGNOSTICS OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE SOILS OF THE RECREATIONAL ZONE OF VORONEZH

V. Maznev
M. Mazneva
Yu. Gorbunova
T. Devyatova

Summary. The morphological, physico-chemical, agrochemical and biological properties of the soils of the recreational areas of Voronezh were studied. The limits of fluctuations in the enzymatic activity of soils during the growing season are established.

Keywords: catalase activity, soil enzymatic activity.

Мазнев Владислав Юрьевич

Аспирант, Воронежский Государственный университет
d.wade5@mail.ru

Мазнева Марина Алексеевна

Воронежский Государственный университет
marina.novokhatskikh@mail.ru

Горбунова Юлия Сергеевна

К.б.н., доцент, Воронежский Государственный университет
gorbunova.vsu@mail.ru

Девятова Татьяна Анатольевна

Д.б.н., профессор, Воронежский Государственный университет
devyatova@bio.vsu.ru

Аннотация. Исследованы морфологические, физико-химические, агрохимические и биологические свойства почв рекреационных территорий г. Воронежа. Установлены пределы колебаний ферментативной активности почв в течение вегетационного периода.

Ключевые слова: каталазная активность, ферментативная активность почв.

В настоящее время особое значение приобретает разработка целостной концепции оценки антропогенной динамики экосистем, не только по показателям биоразнообразия, принятым нормативам содержания поллютантов в их компонентах, но и биологическим свойствам почв, которые являются наиболее динамичными и позволяющими проводить раннюю диагностику любых изменений в экосистемах. Весьма весомый вклад в суммарные показатели биологической активности почв вносят ферменты, выступающие в качестве редуцентов органических остатков, техногенных загрязнителей и участвующие в выполнении одной из важнейших функций почвы в экосистеме — превращении вещества и энергии как в естественных, так и нарушенных деятельностью человека экосистемах. Работа ферментов определяет доступность элементов питания, гумусное состояние, азотный, фосфорный, серный режим почв и ее способность к детоксикации различных поллютантов [2,3,5].

На возможность использования показателей ферментативной активности почв в качестве индикаторов их антропогенной деградации указывали многие авторы [1,6]. Наиболее чувствительным среди почвенных

ферментов к действию различных техногенных факторов является каталаза. Многие авторы указывают на зависимость каталазной активности почв от ее физических свойств и экологического состояния растений, произрастающих на ней [2].

Каталаза — широко распространенный фермент, присуща всем живым организмам, участвует в почве в окислительном распаде продуктов разложения органических остатков.

Цель ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить интенсивность окислительно-восстановительных процессов в почвах экосистем, подверженных интенсивной рекреационной нагрузке.

Задачи:

- ♦ провести определение физико-химических и агрохимических показателей почв;
- ♦ определить каталазную активность почвы представленных участков с высоким уровнем рекреационной нагрузки;

Таблица 1. Физико-химические свойства темно-серой лесной почвы

Категории земель	Почва	Глубина, см	рН сол.	Нг	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ Mg ²⁺	Емкость погл.	V, %
			мг-экв/100 г почвы						
Земли рекреационной зоны	серая лесная	0–10	5,8	2,3	10,5	1,5	12,0	14,3	84
		10–20	5,8	2,5	7,5	1,5	9,0	11,5	78
	чернозем выщелоченный	0–10	6,8	1,3	24,4	1,8	26,2	27,5	90
		10–20	6,5	1,5	24,3	1,9	25,2	26,5	95
	урбанозем	0–10	7,3	0	18,4	1,5	19,9	21,4	100
		10–20	7,4	0	18,8	1,8	20,6	22,4	100

Таблица 2. Агрохимические свойства почв

Земли	Почва	Глубина, см	Гумус, %	N _{общ.}	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг/кг почвы			мг/100 г почвы		
Земли рекреационной зоны	чернозем выщелоченный	0–10	5,3	2473	16,3	21,8	24,9	30,5
		10–20	4,9	2208	15,4	21,7	25,1	19,3
	серая лесная	0–10	5,0	2340	20,6	46,5	13,7	27,5
		10–20	4,9	2340	19,4	41,3	16,8	15,5
	урбанозем	0–10	4,2	2184	18,3	38,1	7,8	29,4
		10–20	4,0	2006	16,4	37,3	4,6	12,6

Таблица 3. Каталазная активность почв различных рекреационных территорий

№ п/п	Объект	Почва	Глубина, см	Каталазная активность, мм O ₂ за 1 мин		
				май	июль	сентябрь
1	ЦПКИО «Динамо»	серые лесные	0–15	2,4	2,9	2,1
		чернозем выщелоченный	0–15	2,9	3,7	3,4
2	Дендрарий ВГЛТУ	серые лесные	0–15	2,8	3,4	2,5
3	Левобережное лесничество	серые лесные	0–15	3,3	3,6	3,0
		урбанозем	0–15	1,9	2,2	2,0

- ◆ провести сравнительный анализ результатов исследования фоновых почв и почв рекреационных территорий.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили на территории г. Воронежа. Воронеж — крупнейший промышленный центр Центрального черноземья, занимает площадь более 600 км², население более миллиона человек. Расположен на Юго-восточной окраине Среднерусской возвышенности в бассейне среднего Дона. Город вытянут с севера на юг более, чем на 20 км, а с запада на восток — на 10 км. В меридианальном направлении территорию города пересекает долина реки Воронеж, расширяющаяся в черте города в пределах акватории созданного в 1972 году во-

дохранилища. В зональном отношении Воронеж и Подворонежье — это типичная лесостепь с преобладающими на водоразделах выщелоченными черноземами, а в поймах р. Дон и р. Воронеж — аллювиальными почвами легкого гранулометрического состава.

За более чем 400 летнюю историю города, в результате строительных работ с перемещением грунта, переуплотнения, загрязнения промышленными, транспортными и бытовыми отходами сформировались урбаноземы. Их отличительными чертами являются: отсутствие генетических горизонтов, повышенная плотность, включения мусора, наличие загрязняющих веществ. В рекреационных зонах города сохранились ненарушенные почвы, обладающие определенной биологической продуктивностью.

Морфологическое описание почвы рекреационной территории приводим на примере разреза, заложеного в дендрарии лесотехнического университета.

Координаты 51.716572, 39.220151

Угодье: лесопарк, клен, липа, дуб (150 лет).

Рельеф:

макро: Окско-Донская низменность;

мезо: ровная поверхность;

микро: приствольные повышения.

(0+10 см) лесная подстилка

AU (0–20 см) свежий серовато-бурый, зернисто — комковатый, среднесуглинистый, плотный, пористый, корни растений.

AUe (20–34 см) увлажнен, бурый, с серым оттенком зернисто — комковатый, легкий суглинок, плотный, пористый, корни растений.

BEL (35–59 см) увлажнен, бурый, призмочно-комковатая, среднесуглинистый, плотный, пористый, корни растений.

BT (60–84 см) увлажнен, желтовато-бурый, призмочно-ореховатый, тяжело суглинистый, плотный, пористый.

C (85–130 см) увлажнен, желто-бурый, призмочно-комковатый, супесчаный, плотный, карбонаты.

Почва: AU-AUe-BEL-BT-C.

Темно-серая типичная маломощная среднесуглинистая на аллювиальных супесчаных отложениях.

Методы исследования

Физико-химические и агрохимические свойства почвы определяли общепринятыми методами, активность каталазы определяли газометрическим методом [2,4].

Обсуждение результатов

Реакция среды слабокислая, близкая к нейтральной, состояние почвенно-поглощающего комплекса почв является типичным для естественных типов, емкость катионного обмена составляет 14,3 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями — 84%.

Содержание гумуса достаточно высокое (5,3%), что связано со значительным ежегодным растительным опадом. Содержание соединений азота, фосфора и калия колеблется в пределах естественных фоновых значений.

Каталазная активность почвы высокая, что свидетельствует о высокой скорости биохимических реакций окисления органических веществ в почве, что связано, вероятно с оптимальным содержанием субстрата и благоприятным термическим режимом.

Исследование сезонной динамики каталазной активности почвы показало, что наибольшая активность наблюдается в июле, достигая минимума к концу сентября, что объясняется, очевидно, резким ухудшением осенью воздушного режима почвы в связи с переувлажнением и снижением температуры.

Заключение

Результаты исследований свидетельствуют об активных процессах разложения перекиси водорода, образующейся в процессе окисления неспецифических органических веществ в почвах рекреационной зоны г. Воронежа, что позволяет использовать данный показатель для биоиндикации почв городских ландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков, В.Ф. Почвоведение: учебник для академического бакалавриата / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Изд-во Юрайт, 2018. — 527 с.
2. Девятова Т.А. Биодиагностика почв: учебное пособие / Т.А. Девятова, Т.Н. Крамарева. — Воронеж: Изд-во полиграф. центр ВГУ, 2008. — С. 50–52.
3. Добровольский Г.В. География почв / Г.В. Добровольский, И.С. Урусевская. — М.: Изд-во: МГУ, 2004. — 89 с.
4. Строганова М.Н. Экологическое состояние почвенного покрова урбанизированных территорий / М.Н. Строганова, М.Г. Агаркова, В.М. Жевелева // Экологические исследования в Москве и Московской области. — М.: Наука, 1990. — С. 127–147.
5. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. М.: Наука, 1990. — 189с.
6. Blume H.P. Classification of soils in urban agglomerations / H.P. Blume — Catena. Vol. 16. 1989. P. 259–273.

© Мазнев Владислав Юрьевич (d.wade5@mail.ru), Мазнева Марина Алексеевна (marina.novokhatskikh@mail.ru),

Горбунова Юлия Сергеевна (gorbunova.vsu@mail.ru), Девятова Татьяна Анатольевна (devyatova@bio.vsu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБИОТЫ ПОЛОСТИ РТА БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМ ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫМ ПАРОДОНТИТОМ У ЖИТЕЛЕЙ ТВЕРСКОГО РЕГИОНА

FEATURES OF THE ORAL MICROBIOTA OF PATIENTS WITH CHRONIC GENERALIZED PERIODONTIS IN RESIDENTS OF THE TVERSKY REGION

V. Chervinets
Yu. Chervinets
Leont'eva A.
V. Belyaev
N. Stulov
A. Rodionov
A. Chervinets
A. Troshin
V. Rumyantsev

Summary. It was analyzed the spectrum, frequency of occurrence and the number of oral microbiota of the residents of the Tver region: healthy and patients with chronic generalized periodontitis of moderate severity in the period of remission were analyzed. Material was collected and analyzed from 4 biotopes: dental plaque, scraping from the mucous membrane of the dorsum of the tongue, oral fluid and the contents of the gingival groove or the contents of the periodontal pocket. In all biotopes, classical periodontopathogens were not identified, but the appearance of *Streptococcus agalactiae* was noted in 40–65% of cases ($p = 0.003$) in the amount of 3–7.5 lg CFU / ml ($p = 0.024$). Dysbiotic changes were not revealed in the content of dental plaque. In scraping from the tongue, in most cases, representatives of the commensal microbiota, *Lactobacillus* spp. and *Peptostreptococcus* spp. *Streptococcus* spp. were found in the parodontal pocket. and *Peptostreptococcus* spp. in 80% of cases, *Streptococcus agalactiae* — in 45%, *Peptococcus* spp. — 40%. In the oral fluid of people with periodontitis, an increase in the incidence of representatives of *Bacillus* spp. was noted almost in 13 times.

Keywords: chronic generalized periodontitis, microbiota, oral cavity, dysbiosis.

Червинец Вячеслав Михайлович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава
России, г. Тверь
chervinets@mail.ru

Червинец Юлия Вячеславовна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава
России, г. Тверь
julia_chervinets@mail.ru

Леонтьева Аурелия Валерьевна

Ассистент, ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава
России, г. Тверь
aurica171900@mail.ru

Беляев Всеволод Станиславович

ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, г. Тверь
seva.belyaev.99@mail.ru

Стулов Никита Михайлович

ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, г. Тверь
nikita888033@mail.ru

Родионов Андрей Александрович

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава
России, г. Тверь
andrew.rodionov@tvergma.ru

Червинец Алина Вячеславовна

Врач-ортодонт, ООО «Браво», г. Кимры
lina555_90@mail.ru

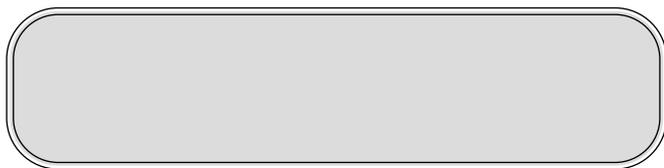
Трошин Андрей Валерьевич

Директор, ООО «Браво», г. Кимры
bravostom@mail.ru

Румянцев Виталий Анатольевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава
России, г. Тверь
rumyantsev_v@tvergma.ru

Аннотация. Проанализирован спектр, частота встречаемости и количество микробиоты полости рта жителей Тверской области, здоровых и больных хроническим генерализованным пародонтитом средней степени тяжести в период ремиссии. Материал был собран и проанализирован из 4 биотопов: зубной налёт, соскоб со слизистой оболочки спинки языка, ротовая жидкость, а также содержимое зубодесневого желобка или содержимое пародонтального кармана. Во всех биотопах не были выделены классические пародонтопатогены, но выделены *Streptococcus agalactiae* в 40–65% случаев ($p=0,003$) в количестве 3–7,5 lg КОЕ/мл ($p=0,024$). В содержимом зубного налёта дисбиотические изменения не выявлены. В соскобе с языка в большинстве случаев выделялись представители комменсальной микробиоты — *Lactobacillus* spp. и *Peptostreptococcus* spp. В пародонтальном кармане выявлены *Streptococcus* spp. и *Peptostreptococcus* spp. в 80% случаев, *Streptococcus agalactiae* — в 45%, *Peptococcus* spp. — в 40%. В ротовой



Введение

Полость рта по составу микробиологических сообществ представляет сложную и богатую в видовом плане (более 700 видов) систему, изменения в которой способны оказывать влияние не только на здоровье полости рта, но и всего организма в целом. [1]. Стоматологические заболевания многими авторами рассматриваются в контексте изменения состава биоплёнок [2,3]. Состав биоплёнок влияет на развитие таких заболеваний, как пародонтит, гингивит, кариес и др. [4]; отмечен комменсализм бактерий биоплёнок, который связан с передачей сигнальных молекул в сообществе [5,6].

Многие авторы [2,3,4,5,6,7] связывают хронический пародонтит (ХП) с дисбиозом различных биотопов полости рта, самым важным из которых является пародонтальный карман. С развитием периодонтита могут быть связаны мутации, определяющие чувствительность тканей пародонта к колонизации специфическими микроорганизмами [7]. В результате комплексного исследования выяснено, что некоторые мутантные аллели связаны с уменьшением *Tannerella forsythia*, *Actinomyces gerencseriae*, *Fusobacterium periodonticum*, *Prevotella nigrescens*, другие с увеличением *Porphyromonas gingivalis* — ключевого парадонтопатогена [8]. Изучен микробиом щеки и пародонтального кармана при различных видах периодонтитов [9]. Среди обнаруженных 195 родов, наиболее часто встречались стрептококки и неспорообразующие анаэробы [10]. Проведён комплексный анализ-сравнение микробиоты языка, слюны, пародонтального кармана, десневого сосочка [11]. В микробиоте языка преобладали бактерии родов *Streptococcus*, *Prevotella*, *Veillonella*, в микробиоте слюны *Streptococcus*, *Veillonella*, пародонтального кармана — *Porphyromonas*, *Fusobacterium*, десневого сосочка — *Streptococcus*, *Capnocytophaga*, *Leptotrichia*. Однако в разных регионах могут быть особенности как в качественном, так и в количественном составе микрофлоры полости рта.

Цель исследования

Провести сравнительный анализ микробиоты полости рта здоровых людей и больных хроническим генерализованным пародонтитом у жителей Тверского региона.

жидкости у людей, больных пародонтитом отмечено увеличение встречаемости представителей *Bacillus* spp. почти в 13 раз.

Ключевые слова: хронический генерализованный пародонтит, микробиота, полость рта, дисбиоз.

Материал и методы

Опытная группа (1 группа) — 20 больных с хроническим генерализованным пародонтитом средней степени тяжести в период ремиссии. Из них 14 женщины и 6 мужчин. В здоровой группе исследовано 18 человек (2 группа). Из них 9 лиц женского пола и 9 мужского. Средний возраст исследуемых людей составил 35–45 лет.

Исследуемый материал — зубодесневой налёт с вестибулярной поверхности резцов нижней челюсти, скоб со слизистой оболочки спинки языка площадью 1 см², содержимое зубодесневого желобка с одного резца нижней челюсти (только у здоровой группы) или содержимое пародонтального кармана с одного резца нижней челюсти, взятое с помощью бумажного штифта (только у больных пародонтитом) и ротовая жидкость объёмом 1 мл. Материал с поверхности слизистой оболочки брали стерильным ватным тампоном.

Во всех обследуемых группах материал забирали утром (8–9 час) до приёма пищи, помещали в транспортную среду Эймса (Amies) без угля. Ротовую жидкость собирали в стерильные пробирки. В бактериологическую лабораторию материал доставляли в течение 2-х часов. Для выделения факультативно-анаэробных и аэробных бактерий использованы среды — Эндо для энтеробактерий, маннит-солевой агар (M118) для стафилококков, для выявления лецитиназной активности — агар Бэрда-Паркера, М 304 — стрептококковый агар, МРС — лактоагар, Сабуро декстроза агар, Колумбия кровяной агар, хромогенные среды для выявления грибов рода *Candida*, стрептококков и энтерококков (HiMedia). Для культивирования анаэробов использовали среды бифидоагар и кровяной Шедлера агар. Анаэробные условия создавались в анаэростатах при помощи газогенераторных пакетов BBL. Культивирование проводили при температуре 37 °С в течение 24–48 час. Количество колоний выражали в lg КОЕ/см² или lg КОЕ/мл. Идентификация осуществлялась по биохимической активности с применением API систем (bioMérieux).

Данные экспериментов обрабатывались с помощью прикладной программы «Биостат». Статистическую обработку результатов проводили с использованием критерия Стьюдента, различия считали достоверными при $p < 0,05$.

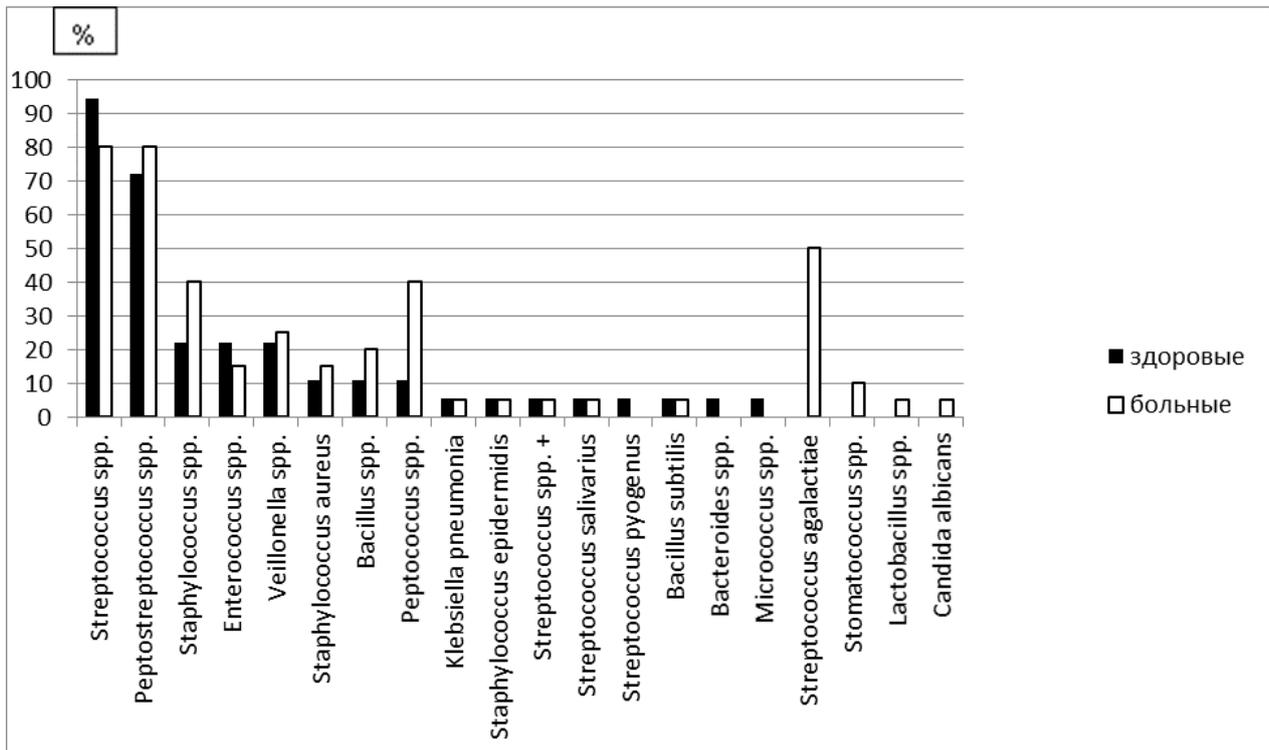


Рис. 1. Сравнительный анализ спектра и частоты встречаемости микроорганизмов зубного налета здоровых исследуемых и больных с пародонтитом. * - данные статистически значимы (p<0,05)

Результаты

Из содержимого зубного налёта здоровых исследуемых (рис. 1) обнаружены *Streptococcus spp.* в 94,4% случаев, *Peptostreptococcus spp.* — в 72,2%, *Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Veillonella spp.* — в 22,2%, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus spp.*, *Peptococcus spp.* — в 11,1%. Остальные микроорганизмы, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus subtilis*, *Bacteroides spp.*, *Micrococcus spp.*, встречались в менее 10%.

Из содержимого зубного налёта больных пародонтитом (рис. 1) выделены *Streptococcus spp.* в 80% случаев, *Peptostreptococcus spp.* и *Streptococcus agalactiae* — в 50%, *Staphylococcus spp.* и *Peptococcus spp.* — в 40%, *Veillonella spp.* — в 25%, *Bacillus spp.* — в 20%, *Enterococcus spp.* и *Staphylococcus aureus* — в 15%. Остальные микроорганизмы, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus salivarius*, *Bacillus subtilis*, *Stomatococcus spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Candida albicans*, встречались в ≤10% случаев.

В соскобе с языка здоровых людей (рис. 2) выявлены *Streptococcus spp.* в 94,4% случаев, *Peptostreptococcus spp.* — в 66,7%, *Staphylococcus*

aureus — в 55,55%, *Bacillus spp.* — 27,8%, *Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus epidermidis* и *Veillonella spp.* — в 22,2%, *Enterococcus spp.*, *Candida albicans* — в 16,7%, *Streptobacillus*, *Micrococcus spp.* и *Peptococcus spp.* — в 11,1%. Остальные микроорганизмы, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus spp.*, *Streptococcus salivarius*, *Lactobacillus spp.*, *Clostridium spp.*, встречались в менее 10%.

В соскобе с языка больных пародонтитом (рис. 2) выделялись *Peptostreptococcus spp.* в 95% случаев, *Streptococcus spp.* — 79%, *Streptococcus agalactiae* — в 65%, *Staphylococcus spp.* — в 30%, *Bacillus spp.*, *Lactobacillus spp.* — в 20%, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus spp.* — в 15%. Остальные микроорганизмы, *Streptobacillus*, *Bacillus subtilis*, *Stomatococcus spp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Veillonella spp.*, *Micrococcus spp.* встречались в ≤10% случаев.

Из содержимого зубодесневого желобка здоровых людей (рис. 3) выделялись *Streptococcus spp.* — 94,4% случаев, *Peptostreptococcus spp.* — в 77,8%, *Bacillus spp.* — в 44,4%, *Peptococcus spp.* — в 38,9%, *Enterococcus spp.* — в 22,2%, *Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus salivarius*, *Veillonella spp.* — в 11,1%. Остальные микроорганизмы *Streptobacillus*,

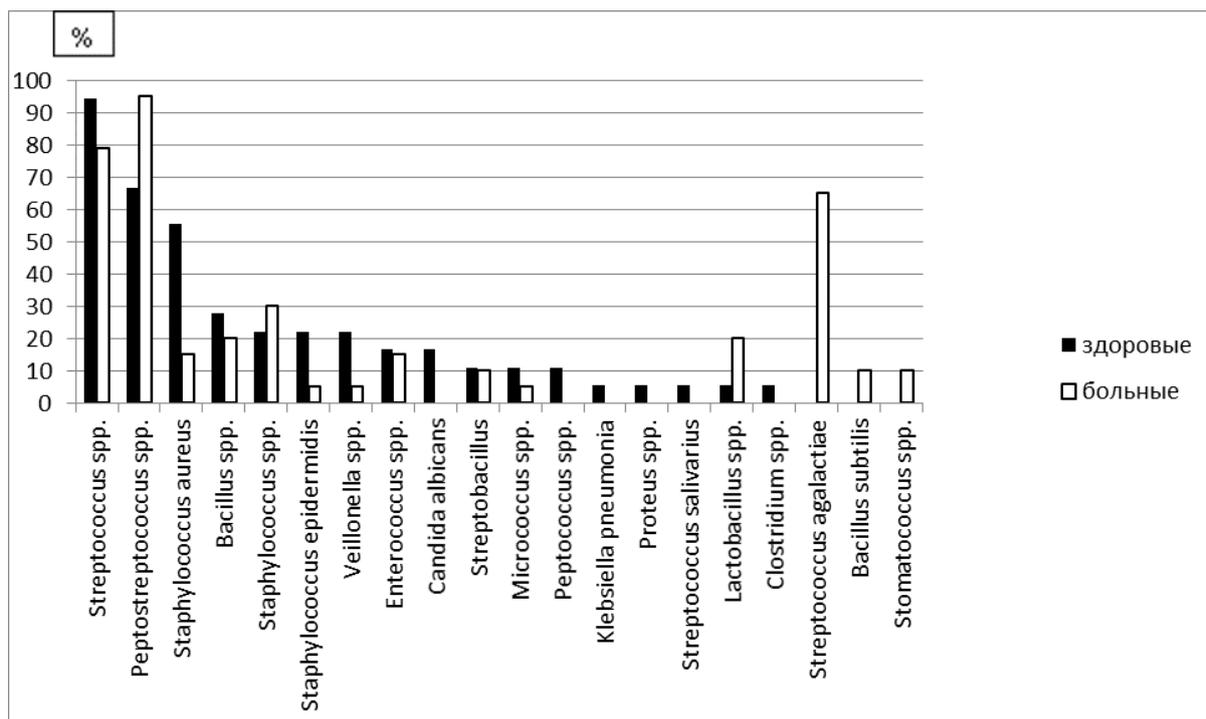


Рис. 2. Сравнительный анализ спектра и частоты встречаемости микроорганизмов соскоба с языка здоровых исследуемых и больных с пародонтитом. *- данные статистически значимы ($p < 0,05$)

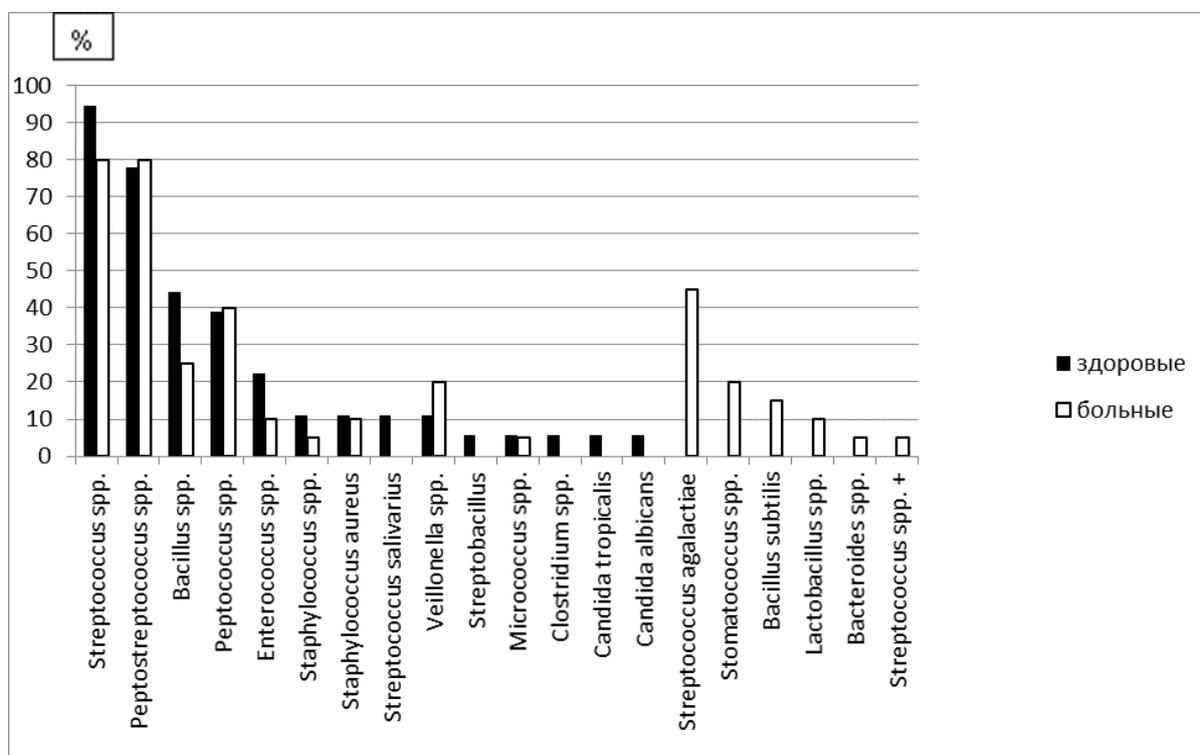


Рис. 3. Сравнительный анализ спектра и частоты встречаемости микроорганизмов зубодесневых желобков здоровых исследуемых и больных с пародонтитом. *- данные статистически значимы ($p < 0,05$)

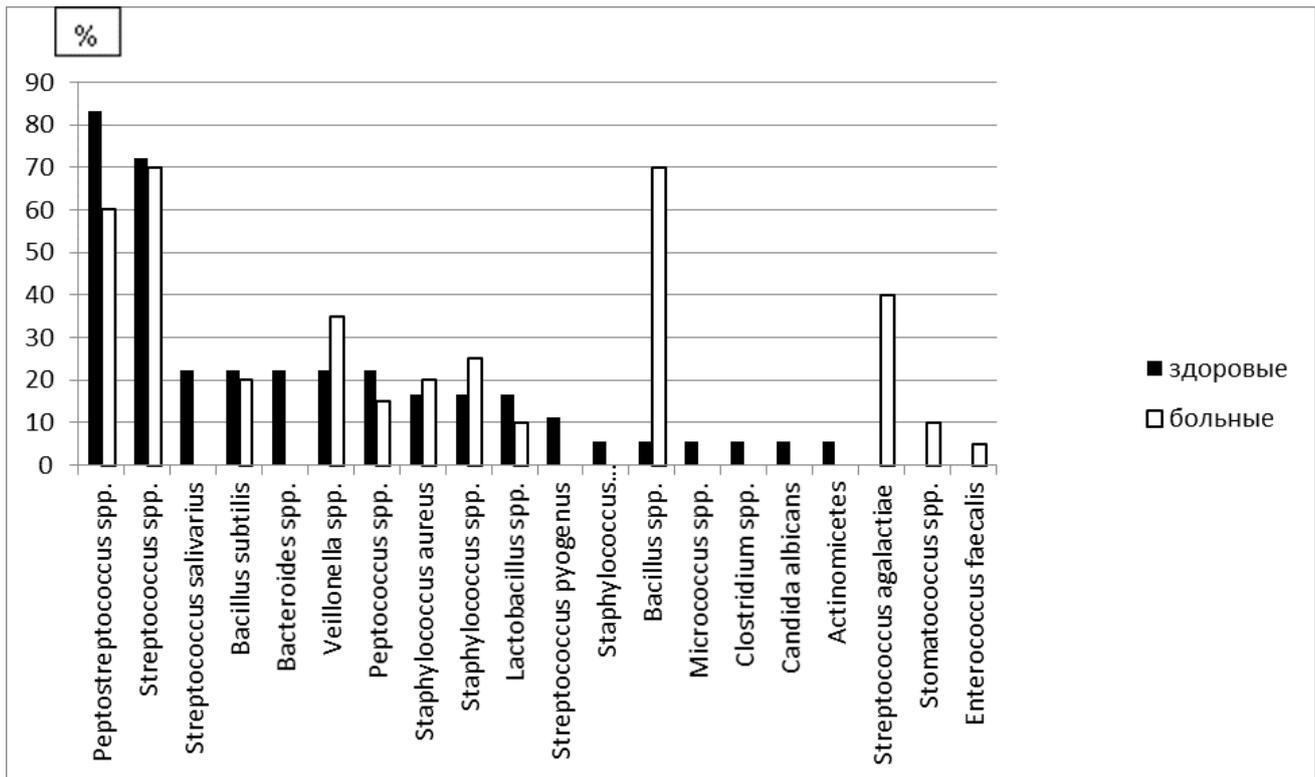


Рис. 4. Сравнительный анализ спектра и частоты встречаемости микроорганизмов ротовой жидкости здоровых исследуемых и больных с пародонтитом. *- данные статистически значимы ($p < 0,05$)

Micrococcus spp., *Clostridium spp.*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis* встречались в менее 10%.

В содержимом пародонтального кармана больных пародонтитом (рис. 3) в 80% случаев выявлены *Streptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Streptococcus agalactiae* — в 45%, *Peptococcus spp.* — в 40%, *Bacillus spp.* — в 25%, *Veillonella spp.*, *Stomatococcus spp.* — в 20%, *Bacillus subtilis* — в 15%. Остальные микроорганизмы, *Enterococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Bacteroides spp.* встречались в $\leq 10\%$ случаев.

В ротовой жидкости у здоровых людей (рис. 4) в 83,3% случаев выявлены *Peptostreptococcus spp.*, *Streptococcus spp.* — в 72,2%, *Streptococcus salivarius*, *Bacillus subtilis*, *Bacteroides spp.*, *Veillonella spp.*, *Peptococcus spp.* — в 22,2%, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus spp.*, *Lactobacillus spp.* — в 16,7%, *Streptococcus pyogenes* — в 11,1%. Остальные микроорганизмы, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Clostridium spp.*, *Candida albicans*, *Actinomicetes* встречались в менее 10%.

Из ротовой жидкости у больных пародонтитом (рис. 4) выделялись *Streptococcus spp.*, *Bacillus*

spp. — в 70% случаев, *Peptostreptococcus spp.* — в 60%, *Streptococcus agalactiae* — в 40%, *Veillonella spp.* — в 35%, *Staphylococcus spp.* — в 25%, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* — 20%, *Peptococcus spp.* — в 15%. Остальные микроорганизмы, *Lactobacillus spp.*, *Stomatococcus spp.* — в 10%, *Enterococcus faecalis* встречались в менее 10%.

Количество микроорганизмов в зубном налёте здоровых исследуемых было высоким (от 3,1 до 5,17 lg КОЕ/мл) у *Bacteroides spp.* (максимальное 5,17), *Streptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacillus spp.*, *Peptococcus spp.*, *Veillonella spp.*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus spp.*, *Klebsiella pneumoniae*. У остальной микрофлоры количество было ниже 3 lg КОЕ/мл (*Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus spp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus salivarius*, *Bacillus subtilis*). Количество микроорганизмов в зубном налёте больных пародонтитом в зубном налёте было высоким (от 3 до 4,17 lg КОЕ/мл) у *Enterococcus spp.* (максимальное 4,17), *Streptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacillus spp.*, *Peptococcus spp.*, *Veillonella spp.*, *Streptococcus salivarius*, *Candida albicans*, *Streptococcus agalactiae*. У остальной микрофлоры количество было ниже 3 lg КОЕ/мл (*Lactobacillus spp.*, *Stomatococcus*

spp. Klebsiella pneumonia, Staphylococcus spp., Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Bacillus subtilis).

Количество микроорганизмов из соскоба языка здоровых исследуемых было высоким (от 3,4 до 5,18 lg КОЕ/мл) у *Streptococcus salivarius* (максимальное 5,18), *Peptostreptococcus spp.*, *Veillonella spp.*, *Enterococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Bacillus spp.*, *Lactobacillus spp.* У остальной микрофлоры количество было ниже 3 lg КОЕ/мл (*Streptococcus spp.*, *Clostridium spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Peptococcus spp.*, *Klebsiella pneumonia, Staphylococcus aureus, Candida albicans, Staphylococcus epidermidis, Proteus spp.*). Количество микроорганизмов из соскоба языка больных пародонтитом было высоким (от 3 до 4,17 lg КОЕ/мл) у *Peptostreptococcus spp.* и *Veillonella spp.* (максимальное 4,17), *Streptococcus agalactiae, Streptococcus spp.*, *Bacillus spp.*, *Bacillus subtilis, Staphylococcus epidermidis, Lactobacillus spp.* У остальной микрофлоры количество было ниже 3 lg КОЕ/мл (*Stomatococcus spp.*, *Enterococcus faecalis, Staphylococcus aureus, Staphylococcus spp., Enterococcus spp., Micrococcus spp.*).

Количество микроорганизмов из зубодесневого желобка здоровых исследуемых было высоким (от 3 до 4,8 lg КОЕ/мл) у *Peptostreptococcus spp.* (максимальное 4,8), *Streptococcus spp.*, *Veillonella spp.*, *Bacillus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Streptococcus salivarius, Enterococcus spp., Clostridium spp., Peptococcus spp.* У остальной микрофлоры количество было ниже 3 lg КОЕ/мл (*Candida tropicalis, Staphylococcus aureus, Staphylococcus spp., Candida albicans*). Количество микроорганизмов в пародонтальном кармане больных пародонтитом было высоким (от 3 до 4,17 lg КОЕ/мл) у *Enterococcus spp.* и *Bacteroides spp.* (максимальное 4,17), *Peptostreptococcus spp., Veillonella spp., Streptococcus spp., Peptococcus spp., Lactobacillus spp., Streptococcus agalactiae, Stomatococcus spp., Micrococcus spp.* У остальной микрофлоры количество было ниже 3 lg КОЕ/мл (*Stomatococcus spp., Staphylococcus aureus, Staphylococcus spp., Bacillus subtilis*).

Количество микроорганизмов было выявлено самым высоким в ротовой жидкости как здоровых исследуемых (от 4,53 до 7,9 lg КОЕ/мл), так и больных пародонтитом (от 5,2 до 7,5 lg КОЕ/мл). У здоровой группы в максимальном количественном отношении можно выделить *Staphylococcus spp.* (7,9 lg КОЕ/мл), *Streptococcus spp.* (7,6 lg КОЕ/мл), *Bacteroides spp.* (7 lg КОЕ/мл), *Peptostreptococcus spp.* (6,8 lg КОЕ/мл). У больных пародонтитом в максимальном количественном отношении можно выделить *Streptococcus*

agalactiae (7,5 lg КОЕ/мл), *Streptococcus spp.* (7 lg КОЕ/мл), *Peptococcus spp.* (6,9 lg КОЕ/мл).

Обсуждение результатов

В содержимом зубного налёта больных пародонтитом, по сравнению со здоровыми людьми, увеличивается встречаемость *Peptococcus spp.* — в 3,6 раза ($p=0,048$), *Staphylococcus spp.* и *Bacillus spp.* — в 1,8 раза, а также незначительно *Staphylococcus aureus, Peptostreptococcus spp.* и *Veillonella spp.* (в 1,35–1,1 раза). У людей 1 группы в 1,5–1,1 раза реже изолировались *Enterococcus spp., Streptococcus spp., Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus epidermidis, Streptococcus salivarius, Bacillus subtilis*. Отмечено появление *Streptococcus agalactiae* (в 50% случаев и в количестве 3 lg КОЕ/мл), *Stomatococcus spp.* (в 5% случаев и в количестве 2,63 lg КОЕ/мл), *Lactobacillus spp.* (в 5% случаев и в количестве 2,17 lg КОЕ/мл) и *Candida albicans* (в 5% случаев и в количестве 3,24 lg КОЕ/мл). У больных пародонтитом, по сравнению со здоровыми людьми увеличивается количество *Streptococcus salivarius* в 2 раза ($p<0,001$), *Staphylococcus epidermidis* — в 1,61 раза, *Bacillus subtilis* — в 1,53 раза, *Enterococcus spp.* — в 1,33 раза ($p<0,001$). Было отмечено уменьшение количества *Klebsiella pneumoniae* в 1,8 раза, *Staphylococcus spp.* — в 1,3 раза.

В соскобе с языка больных пародонтитом, по сравнению со здоровыми людьми, в 4,4 раза реже изолируются *Staphylococcus epidermidis* и *Veillonella spp., Staphylococcus aureus* — в 3,7 раза ($p=0,01$), *Micrococcus spp.* — в 2,2 раза, *Bacillus spp.* — в 1,4 раза, *Streptococcus spp.* — в 1,2 раза, *Enterococcus spp.* — в 1,1 раза. У людей 1 группы при сравнении с здоровыми в 3,6 раза чаще выявлялись *Lactobacillus spp.*, в 1,4 раза ($p=0,032$) — *Peptostreptococcus spp.*, в 1,35 раза *Staphylococcus spp.* У больных ХГП отмечено появление *Streptococcus agalactiae* в 65% случаев и в количестве 4,1 lg КОЕ/мл. В соскобе с языка больных пародонтитом, по сравнению со здоровыми людьми увеличивается количество *Staphylococcus epidermidis* в 1,46 раза, *Streptococcus spp.* — в 1,42 раза. ($p<0,001$). Уменьшалось количество *Enterococcus spp.* в 1,8 раза ($p<0,001$), *Micrococcus spp.* — в 1,6 раза.

В содержимом пародонтального кармана больных пародонтитом, по сравнению с зубодесневым желобком здоровых людей увеличивается встречаемость *Veillonella spp.* — в 1,8 раза. При этом у людей опытной группы в 2,2 раза реже изолировались *Enterococcus spp.* и *Staphylococcus spp., Bacillus spp.* — в 1,8 раза, *Streptococcus spp.* — в 1,2 раза. Появились *Streptococcus agalactiae* в 45% случаев, *Stomatococcus spp.* — в 20% случаев, *Bacillus*

subtilis- в 15% случаев, *Lactobacillus spp.* — в 10% случаев. В содержимом пародонтального кармана больных пародонтитом, по сравнению со здоровыми людьми увеличивается количество *Enterococcus spp.* в 1,35 раза ($p < 0,001$). У людей из 1 группы практически не изменялось количество *Staphylococcus aureus* ($p < 0,001$), *Peptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Bacillus spp.* ($p = 0,044$), *Streptococcus spp.* ($p = 0,041$), *Peptostreptococcus spp.* ($p < 0,001$), *Micrococcus spp.*, *Veillonella spp.* Отмечено появление *Lactobacillus spp.* — 3,3 lg КОЕ/мл, *Streptococcus agalactiae* — 3,2 lg КОЕ/мл, *Stomatococcus spp.* — 2,5 lg КОЕ/мл, *Bacillus subtilis* — 2,16 lg КОЕ/мл.

В ротовой жидкости больных пародонтитом по сравнению со здоровой группой происходит увеличение встречаемости *Bacillus spp.* — в 12,6 раз ($p < 0,001$), *Veillonella spp.* — в 1,6 раза, *Staphylococcus spp.* — в 1,5 раза, *Staphylococcus aureus* — в 1,2 раза. При этом у людей 1 группы в 1,7 раза реже изолировались *Lactobacillus spp.*, в 1,5 раза — *Peptococcus spp.*, в 1,4 раза — *Peptostreptococcus spp.* У больных ХГП отмечено появление *Streptococcus agalactiae* — в 40% случаев, *Stomatococcus spp.* — в 10% случаев, *Enterococcus faecalis* — в 5% случаев. В ротовой жидкости больных пародонтитом практически не изменяется количество *Bacillus spp.*, *Peptococcus spp.*, *Veillonella spp.*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus spp.* ($p < 0,001$), *Bacteroides spp.*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus spp.* Появлялись *Streptococcus agalactiae* в количестве 7,5 lg КОЕ/мл, *Enterococcus faecalis* — 6,17 lg КОЕ/мл, *Stomatococcus spp.* — 5,2 lg КОЕ/мл.

Выводы

У жителей Тверского региона с хроническим генерализованным пародонтитом в период ремиссии не вы-

явлен значительный микробный дисбаланс ни в одном из биотопов. Во всех биотопах отмечено появление *Streptococcus agalactiae* 40–65% случаев ($p = 0,003$) и в количестве 3–7,5 lg КОЕ/мл ($p = 0,024$).

В язычном налете, обнаружено уменьшение частоты встречаемости стафилококков, *S. aureus*, *S. epidermidis*, и значительное увеличение встречаемости бактерий рода *Lactobacillus*. В содержимом зубного налёта отмечено увеличение частоты встречаемости бактерий родов *Peptococcus* и *Staphylococcus*, а также появление только у больных людей *Lactobacillus spp.*, *Streptococcus agalactiae* и *Candida albicans*, что может повышать ацидогенный потенциал в данном биотопе. В содержимом пародонтального кармана у людей, больных пародонтитом, отмечено увеличение встречаемости *Veillonella spp.*, *Peptostreptococcus spp.* и *Peptococcus spp.*, а также двукратным уменьшением встречаемости *Staphylococcus spp.* В ротовой жидкости у людей, больных пародонтитом отмечено значительное увеличение встречаемости только *Bacillus spp.* (в 12,6 раза), а также незначительное увеличение *Veillonella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus aureus* (в 1,6–1,2 раза).

Особенностью микробиоты исследованных биотопов больных хроническим генерализованным пародонтитом является отсутствие типичных пародонтопатогенов: «красного комплекса» — *P.gingivalis*, *T.denticola*, «оранжевого комплекса» — *Campylobacter spp.*, «зелёного комплекса» — *Carnocytophaga spp.*, *Eikenella corrodens*. С другой стороны, выявлен явный дисбаланс между резидентной и условно-патогенной микробиотой. Данные изменения нуждаются в про- и пребиотической микробиологической коррекции с целью удлинения периодов ремиссии и купирования воспалительных изменений в тканях пародонта.

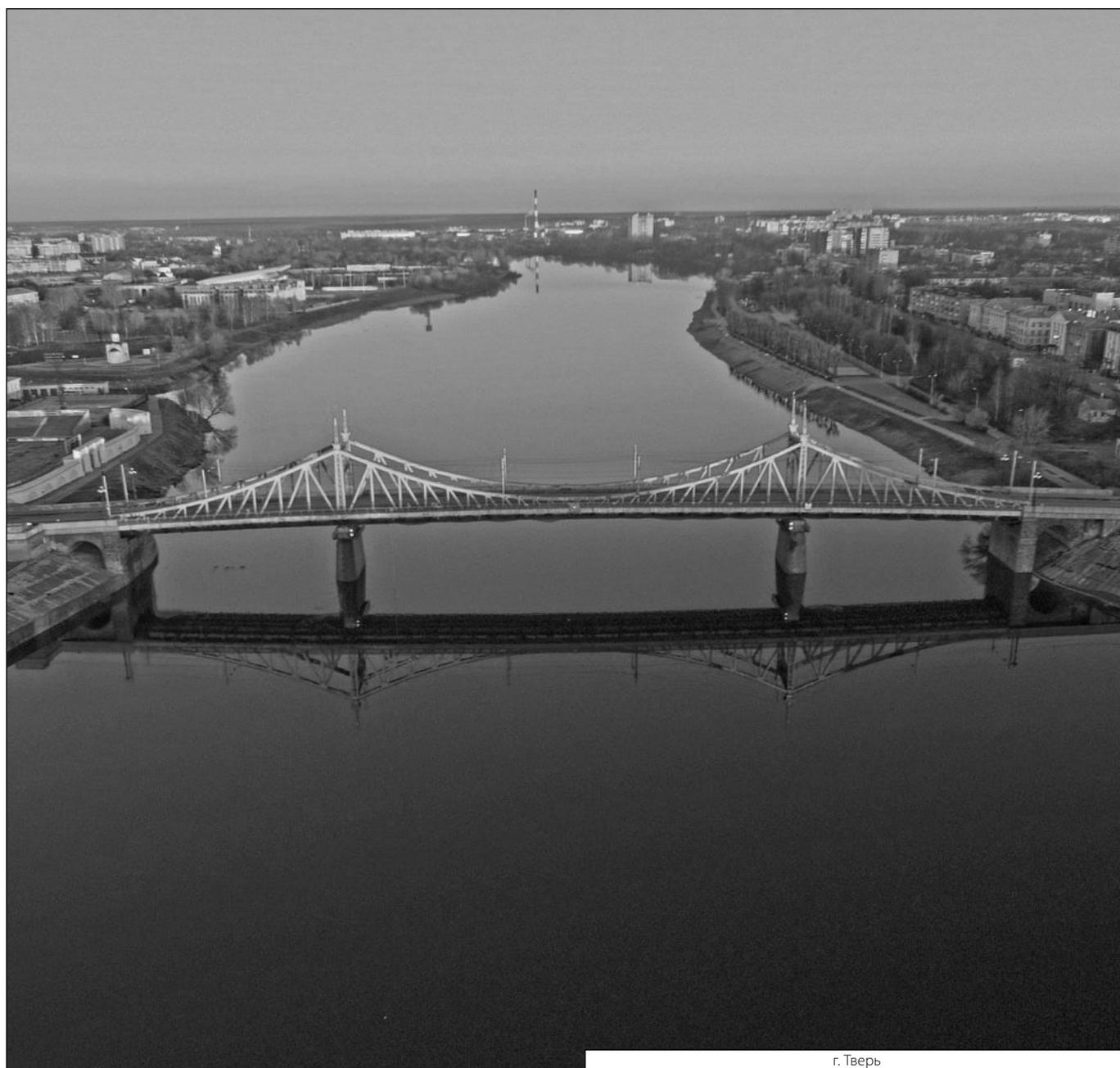
ЛИТЕРАТУРА

1. Oral microbiota: A new view of body health / Maoyang Lu, Song Xuan, Zhao Wang. // Food Science and Human Wellness. 2019; 8(1): 8–15
2. Биоплёнки патогенных бактерий: биологические свойства и роль в хронизации инфекционного процесса / Харсеева Г.Г., Миронов А.Ю., Фролова Я.Н. // Успехи современной биологии. — 2015. — т. 135, № 4. — С. 346–354.
3. Чепуркова О.А., Чеснокова М.Г., Недосеко В.Б., Миронов А.Ю. Кандида-ассоциированный пародонтит. Диагностика. Лечение: Монография / Омск: «Вариант-Омск», 2012. 160 с.
4. Characterization of a signaling system in the oral commensal *Streptococcus mitis* that mediates interspecies communication with the pathogen *Streptococcus pneumoniae* / R. Junges, K. Sturød, G. Salvadori, H.A. Åmdal, T. Chen, F.C. Petersen // Appl. Environ. Microbiol. 2019; 85(2): e02297–18
5. Oral Biofilms: Development, Control, and Analysis / Berger D, Rakhimova A, Pollack A, Loewy Z // High Throughput. 2018;7(3):24.
6. Consistent and reproducible long-term in vitro growth of health and disease-associated oral subgingival biofilms / Velsko IM, Shaddox LM // BMC Microbiol. 2018;18(1):70.
7. Микробиоценозы полости рта у больных генерализованным пародонтитом и их коррекции / Лебедев Д.В., Червинец В.М., Миронов А.Ю., Червинец Ю.В. // Стоматолог. 2011. — № 12. — С. 23–29.
8. Genetic Association with Subgingival Bacterial Colonization in Chronic Periodontitis / Cavalla F, Bigueti CC, Melchiades JL, et al. // Genes (Basel). 2018;9(6):271.

9. The role of natural salivary defences in maintaining a healthy oral microbiota / Anne Marie Lyng Pedersen, Daniel Belstrøm. // Journal of Dentistry. 2019; 80(1): 3–12
10. Comparison of Subgingival and Buccal Mucosa Microbiome in Chronic and Aggressive Periodontitis: A Pilot Study / Wei Y, Shi M, Zhen M, et al. // Front Cell Infect Microbiol. 2019; 9:53.
11. Relative abundance of total subgingival plaque-specific bacteria in salivary microbiota reflects the overall periodontal condition in patients with periodontitis / Kageyama S, Takeshita T, Asakawa M, et al. // PLoS One. 2017;12(4): e0174782.

© Червинец Вячеслав Михайлович (chervinets@mail.ru), Червинец Юлия Вячеславовна (julia_chervinets@mail.ru),
Леонтьева Аурелия Валерьевна (aurica171900@mail.ru), Беляев Всеволод Станиславович (seva.belyaev.99@mail.ru),
Стулов Никита Михайлович (nikita888033@mail.ru), Родионов Андрей Александрович (andrew.rodionov@tvergma.ru),
Червинец Алина Вячеславовна (lina555_90@mail.ru), Трошин Андрей Валерьевич (bravostom@mail.ru),
Румянцев Виталий Анатольевич (rutyancev_v@tvergma.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Тверь

УЧЁТ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ В МВД РОССИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ACCOUNTING AND SYSTEMATIZATION OF MATERIAL EVIDENCE IN THE MIA OF RUSSIA USING INFORMATION TECHNOLOGIES

**A. Borisov-Pototsky
A. Maksimov
A. Shishichkina**

Summary. The purpose of the article is to analyze the accounting and systematization of material evidence in the Ministry of Internal Affairs of Russia using information technologies. The methodological basis of the study is a comparative method for analyzing international experience in the accounting and systematization of material evidence. The authors propose to develop a unified automated system for recording material evidence and other seized items and documents.

Keywords: registration of material evidence, systematization of material evidence, material evidence, information technology, the Ministry of Internal Affairs of Russia.

Борисов-Потоцкий Андрей Сергеевич

ФКУ «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» Министерства внутренних дел Российской Федерации, Москва
borisov_pototskiy_@spbu.su

Максимов Андрей Сергеевич

ФКУ «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» Министерства внутренних дел Российской Федерации, Москва

Шишичкина Алена Вячеславовна

ГУ по вопросам миграции Министерства внутренних дел Российской Федерации, Москва

Аннотация. Целью статьи является анализ учета и систематизации вещественных доказательств в МВД России с использованием информационных технологий. Методологической базой исследования выступает сравнительный метод для анализ международного опыта в учете и систематизации вещественных доказательств. Авторами предлагается разработать единую автоматизированную систему учета вещественных доказательств и иных изъятых предметов и документов.

Ключевые слова: учет вещественных доказательств, систематизация вещественных доказательств, вещественные доказательства, информационные технологии, МВД России.

Формирование вещественных доказательств и их использование в уголовном производстве невозможно без осуществления вспомогательной, обеспечивающей деятельности, ориентированной на сохранение самого материального носителя и его доказательных признаков. Кроме того, хранение вещественных доказательств является не только гарантией реализации задач уголовного судопроизводства, закрепленных в Уголовном кодексе РФ, но и необходимым условием соблюдения имущественных прав лиц, вещи которых были изъяты как вещественные доказательства в уголовном производстве. Проблема хранения

вещественных доказательств была предметом исследования некоторых отечественных и зарубежных ученых: Д.Т. Арабули, Е.Е. Головкина, С.А. Ковальчука, А.А. Рясова, Ю.В. Худяковой, С.С. Черновой, А.С. Шалякиной и других [1–7]. В тоже время системное исследование хранения вещественных доказательств с использованием информационных технологий не проводилось.

Развитие технологий сбора, анализа и хранения данных, обмена ими, управления социальными и производственными процессами осуществляется на основе внедрения современных информационных техно-

логий. Быстрый рост объема хранимых данных и, что еще более существенно, необходимость быстрой их обработки, способствует развитию коммуникационных технологий [6]. Цели, задачи и меры по реализации внутренней и внешней политики Российской Федерации в сфере применения информационных и коммуникационных технологий отражены в Указе Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [1]. Объектом исследования данной работы является оценка возможности и определения оптимальных путей решений учета вещественных доказательств и иных изъятых предметов и документов, а также добровольно сданных и найденных предметов, вещей и документов предусматривающего, в том числе, идентификацию изъятого имущества в МВД России с применением информационных и телекоммуникационных технологий. Предметом исследования является организация учета вещественных доказательств в МВД России [2].

Преступность в сфере цифровых технологий вышла на новый уровень, и появились новые ее виды в киберпространстве. А правосудие на уровень отставало, так как в уголовном и гражданском праве не была разработана система электронных доказательств. Если они подписаны надлежащим образом, то принимаются судом наравне с бумажными документами. Одним из первых документов в данном направлении является Декларация принципов и программа действий ООН, в которой были рекомендованы меры, направленные на борьбу с общественно опасными деяниями, как разработать нормы для выявления и расследования, разработать телекоммуникационное оборудование, сетевое программное обеспечение, другие соответствующие продукты и услуги для предупреждения преступлений, облегчения их выявления, расследования и уголовного преследования [4].

Происходящее в мировом сообществе потребовало объединения усилий на международном уровне и разработки методик сбора электронных доказательств. Именно поэтому в рамках международных организаций были приняты законы, регулирующие правила передачи информации о преступлениях в электронном виде. Первый такой документ был принят ООН еще в 1991 году. В нем закреплены методы борьбы с преступлениями в сфере цифровых технологий и компьютеров. Далее Декларация ООН развила Конвенции о преступности в сфере компьютерной информации 2001 г [6].

Организация Объединенных наций работала над вопросом оцифровки правосудия и к 2013 году был достигнут значительный прогресс в этой сфере. Об этом говорится в докладе в г. Вена: наряду с традиционными необходимо внедрять современные методы работы

полиции, которые не имеют бумажной формы, а только в электронной форме. При помощи них в ходе судебного разбирательства устанавливаются факты, касающиеся виновности или невиновности лица [5].

Рассмотренный международный опыт свидетельствует о необходимости совершенствования учета и систематизации вещественных доказательств с использованием информационных технологий, авторами предлагается разработать единую автоматизированную систему учета вещественных доказательств и иных изъятых предметов и документов, предусматривающей, в том числе, возможность идентификации изъятого имущества (СУВД ИСОД).

СУВД ИСОД МВД России должна обеспечивать реализацию функций:

- ◆ автоматизированный сквозной учет всего изъятого имущества, включая сданные и найденные предметы и документы;
- ◆ учет движения, перемещения упомянутого имущества с момента его изъятия и до окончательного исполнения решения о судьбе объектов учета;
- ◆ информационный обмен с внутренними и внешними информационными системами.

СУВД ИСОД МВД России должна включать в себя следующие функциональные подсистемы как ввод-вывод, хранения, моделирования, поддержки принятия решений, защиты информации, администрирования.

Подсистема ввода-вывода предназначена для организации информационного обмена с внешними информационными системами, в том числе создаваемой Минфином России государственной информационной системой учета арестованного, конфискованного и иного изъятого и подлежащего обращению в собственность государства имущества. а также внутренними информационными системами МВД России и сервисами ИСОД МВД России, форматно-логического контроля и преобразования данных с целью решения задач, поставленных перед СУВД ИСОД МВД России.

В подсистему ввода-вывода должны входить следующие модули:

- ◆ программные интерфейсы для осуществления форматно-логического контроля в соответствии с заданными правилами;
- ◆ набор предустановленных шаблонов документов, соответствующих Правилам оформления графических документов в органах внутренних дел Российской Федерации и Инструкции по делопроизводству в органах внутренних дел Российской Федерации;

- ◆ выполнение структурированных запросов к внешним и внутренним информационным системам, импорт-экспорт структурированных данных в следующих обменных форматах: CSV, XML, JSON, XLS, XLSX, SQL, ODS;
- ◆ модуль информационного обмена;
- ◆ модуль интеграции.

Модуль информационного обмена предназначен для организации информационного обмена в автоматизированном режиме с формализованными ведомственными, вневедомственными информационными источниками и ресурсами, для которых установлен формализованный порядок такого обмена. Информационный обмен неформализованными ведомственными и вневедомственными источниками и ресурсами должен осуществляться с помощью универсального механизма ручного ввода-вывода данных через пользовательский интерфейс СУВД ИСОД МВД России.

Подсистема хранения должна обеспечивать накопление и хранение массивов данных, эффективную обработку и оперативный доступ к данным СУВД ИСОД МВД России. СУБД предназначена для хранения данных в реляционной форме и решения задач информационно-поискового анализа. В качестве СУБД должна выступать отечественная и/или свободно распространяемая система управления базами данных с открытым исходным кодом.

Объектное хранилище данных должно обеспечивать эффективное хранение сканированных копий документов, мультимедийных файлов, резервных копий и других объектов. Объектное хранилище должно обеспечивать надёжное распределённое хранение данных в облачной среде, с возможностью прозрачного масштабирования

по производительности и объёму хранилища. Объектное хранилище данных должно предоставлять возможность загрузки и выгрузки больших объектов по частям. Система управления жизненным циклом документов предназначена для эффективного хранения и коллективного использования текстовых документов, включая аналитические документы, сценарии преобразования данных и схемы документов.

Система управления жизненным циклом документов должна включать в себя распределённую систему управления версиями, которая позволяет эффективно и надёжно хранить несколько версий одного и того же документа, при необходимости, возвращаться к более ранним версиям, определять, кто и когда сделал то или иное изменение. Подсистема защиты информации СУВД ИСОД МВД России должна обеспечивать защиту информации от действующих угроз информационной безопасности в соответствии с Базовой моделью угроз и Базовой моделью нарушителя безопасности информации ИСОД МВД России.

Подсистема администрирования должна обеспечивать возможность многопользовательского режима эксплуатации, настройку, мониторинг, резервное копирование и оперативное восстановление функционирования подсистем СУВД ИСОД МВД России и каналов связи, аудит событий информационной безопасности, ведения списка пользователей и управление правами доступа.

Создание СУВД ИСОД МВД России должно привести к полномасштабному внедрению в повседневную деятельность органов внутренних дел Российской Федерации современных информационных технологий в части централизованного учета вещественных доказательств. Вместе с тем, предполагается получение положительного эффекта по следующим социально-экономическим показателям:

- ◆ эффективность выполнения государственных функций за счет сокращения времени и снижения трудоемкости операций по обработке данных, подготовке отчетов и ответов на поступающие запросы;
- ◆ снижение трудозатрат на получение, обработку, хранение информации и доведения её до пользователей;
- ◆ обеспечение регламентированного доступа к информации сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации и необходимого уровня защиты информации.

Реализация СУВД ИСОД МВД России обеспечит системный подход к качественно новому уровню борьбы с преступностью, совершенствованию системы проведения оперативно-разыскных мероприятий, обеспечению сохранности имущества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 8 мая 2015 г. № 449 г. Москва «Об условиях хранения, учета и передачи вещественных доказательств по уголовным делам»
2. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ // Собрание Законодательства РФ. — 2006. — № 31. — Ст. 3448; 2016. — № 52. — Ст. 7491.

3. Агутин, А.В. Организационно-правовой механизм использования результатов оперативно-розыскной деятельности в отечественном досудебном производстве: монография / А.В. Агутин. — М.: Изд-во Моск. гуманит. ун-та, 2011. — 159 с.
4. Бикмиев, Р.Г. Собрание электронных доказательств в уголовном судопроизводстве / Р.Г. Бикмиев, Р.С. Бурганов. // Информационное право. — 2015. — № 3. — С. 17–21.
5. Васюков, В.Ф. Теоретические и правовые аспекты расследования преступлений с использованием абонентской информации: монография / В.Ф. Васюков. — Орел: Изд-во «Картуш», 2020. — 339 с.
6. Дубоносов, Е.С. Оперативно-розыскная деятельность: учебник для вузов / Е.С. Дубоносов. — М.: Юрайт, 2013. — 379 с.
7. Краснова Л.Б. Электронные носители информации как вещественные доказательства // Известия тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2013. — № 4–2. — С. 254–260.

© Борисов-Потоцкий Андрей Сергеевич (borisov_pototskiy@spbu.su),

Максимов Андрей Сергеевич, Шишичкина Алена Вячеславовна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

Яндекс

Найдётся всё

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛНОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВ МЕДИКАМЕНТОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ПЕРЕДАЧИ ВОЗДЕЙСТВИЙ¹

POSSIBILITY OF APPLICATION OF WAVE INFORMATION IMAGES OF MEDICINES FOR CONTROL AND TRANSMISSION OF EFFECTS

**O. Vasiliev
Yu. Voitenko
V. Zhevnerov**

Summary. The features of the spectra of information images of various medicines and the possibility of their use for organizing the process of managing the current state of the human body have been investigated. For the formation and recording of information images of medicines on LEDs, specialized certified electromagnetic devices were used. The experiments have shown the possibility of reliable recognition of medicines based on the spectral analysis of information images and the detection of signs of the impact of the transferred information images of medicines on the human body. The identity of the impact of information images and originals of medicines was confirmed. The possibility of a significant increase in the working capacity of the human body by the proposed non-doping technology is shown. The use of wave information images is very promising for the construction of control systems and correction of the psychophysical state of the human body.

Keywords: information, informational image, working capacity, LEDs, spiral antennas, electromagnetic radiation.

Васильев Олег Станиславович

*К.п.н., доцент, Российский государственный университет физической культуры и спорта
vasilev.os@yandex.ru*

Войтенко Юрий Леонидович

*К.п.н., доцент, Российский государственный университет физической культуры и спорта
yuravoitenko2014@yandex.ru*

Жевнеров Владимир Алексеевич

*К.т.н., доцент, Российский университет дружбы народов
jewn@mail.ru*

Аннотация. Исследованы особенности спектров информационных образов различных медикаментов и возможность их использования для организации процесса управления текущим состоянием организма человека. Для формирования и записи информационных образов медикаментов на светодиоды применялись специализированные сертифицированные электромагнитные устройства. Проведенные эксперименты показали возможность достоверного распознавания медикаментов на основе спектрального анализа информационных образов и обнаружения признаков воздействия переносимых информационных образов медикаментов на человеческий организм. Подтверждена идентичность оказываемого воздействия информационных образов и оригиналов медикаментов. Показана возможность существенного повышения работоспособности организма человека предлагаемой недопинговой технологией. Применение волновых информационных образов является весьма перспективным для построения систем контроля и коррекции психофизического состояния организма человека.

Ключевые слова: информация, информационный образ, работоспособность, светодиоды, спиральные антенны, электромагнитное излучение.

Под информационным образом вещества понимается структура его собственного сверхслабого электромагнитного излучения, определяющая основные свойства этого вещества. В настоящее время изучению особенностей регистрации и передачи информационных образов для организации определённых воздействий уделяется достаточно заметное внимание [1]. В ряде работ такие воздействия относят к классу не-

локальных взаимодействий [2]. Основные известные исследования в этом направлении проводятся в области биологии, медицины и разработки устройств регистрации и переноса информационных образов веществ [3–4].

Основные результаты экспериментов по регистрации, записи и переносу информационных образов различных веществ приведены в [5].

¹ Публикация подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 19-07-00307, 20-07-00585



Рис. 1. Обобщённая структура системы записи и распознавания информационных образов

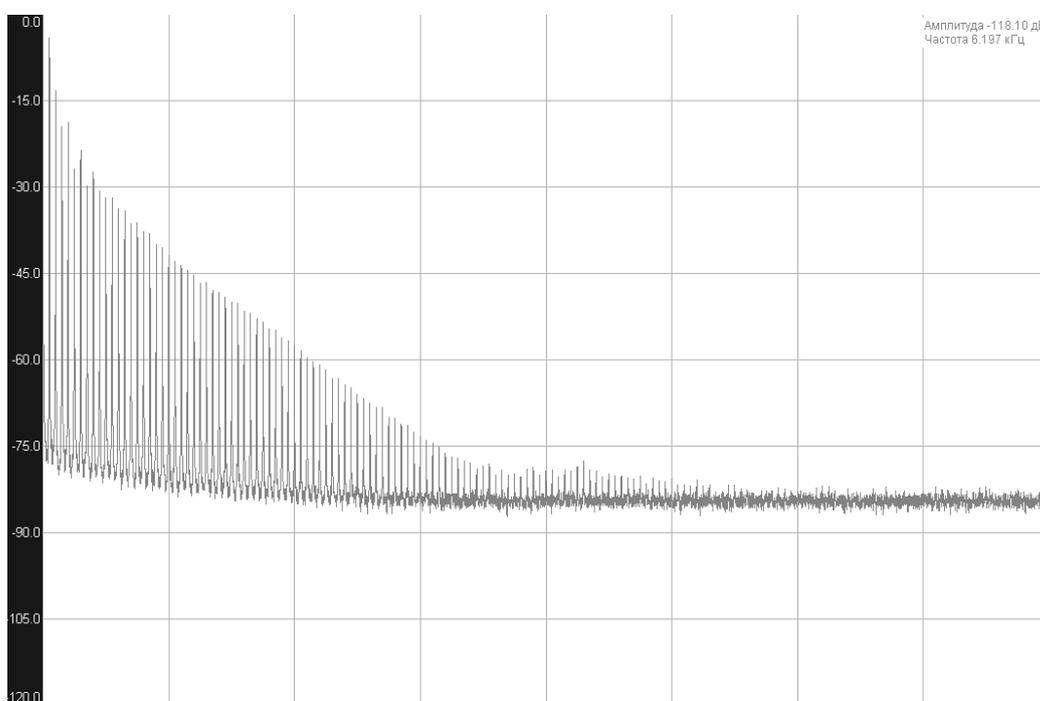


Рис. 2. Спектр исходной воды

Для регистрации, усиления и передачи информационных образов различных веществ применялись оригинальные электромагнитные устройства серии «Феникс-М» [6]. Устройства предназначены для приёма и записи собственных электромагнитных излучений различных веществ. Структура системы записи информационных образов и распознавания по ним наличия конкретных веществ в обобщённом виде представлена на рис. 1.

Сигнал с выхода датчика поступает на аналогово-цифровой преобразователь и записывается в базу

данных компьютера. Распознавание информационных образов предлагается производить стандартными методами спектрального анализа.

Запись информационного образа на носитель производится усиленным сигналом, поступающим на передающую антенну, рядом с которой размещается носитель [5].

В начале исследований производилась запись информационных образов различных медикаментов

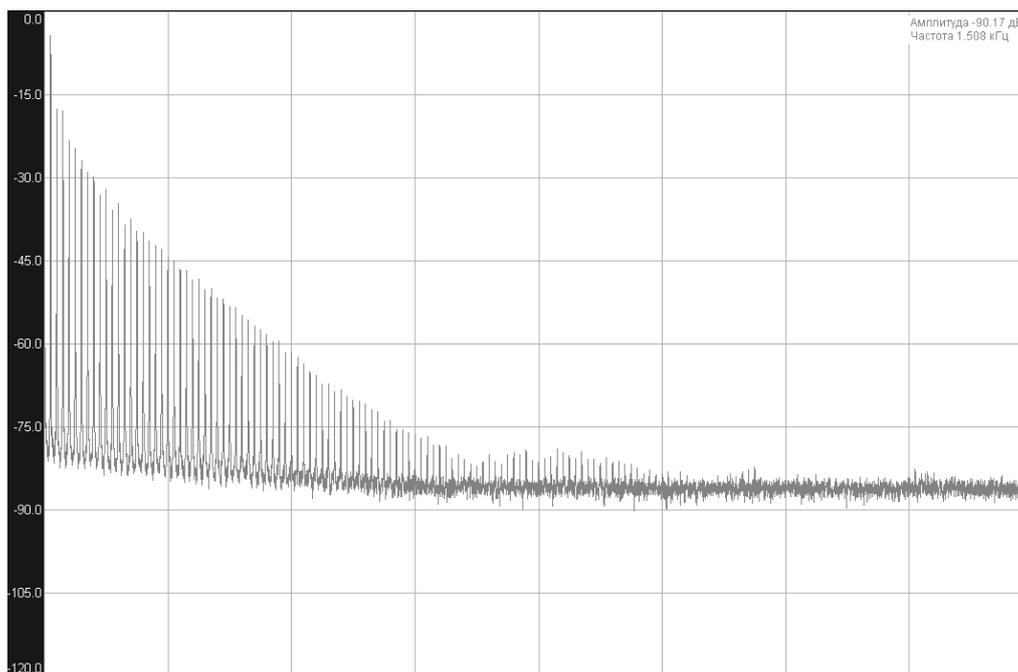


Рис. 3. Спектр воды с викардином

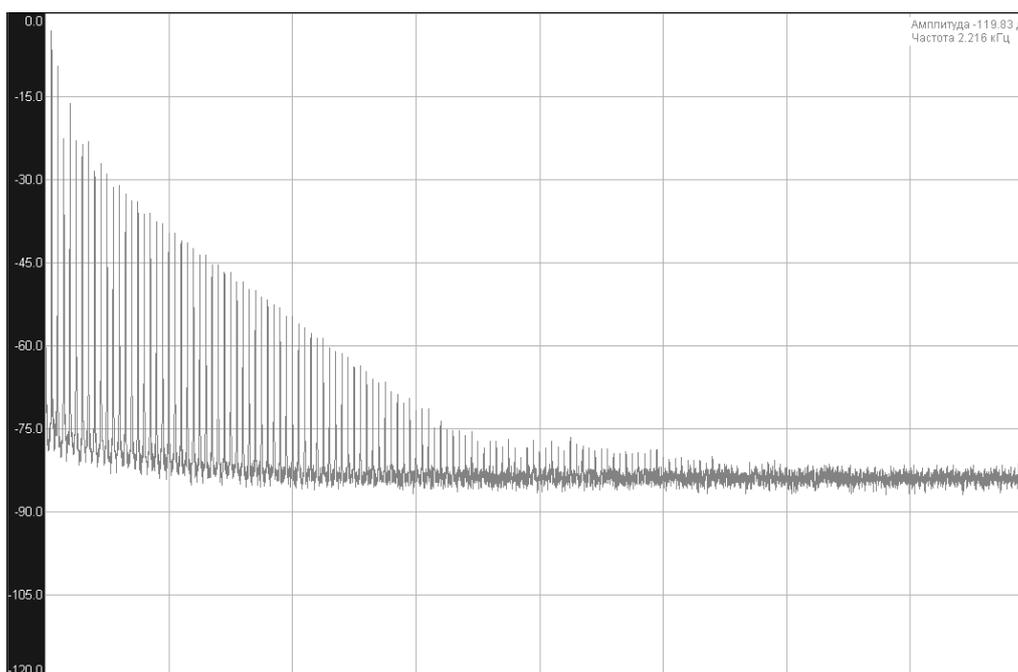


Рис. 4. Спектр воды с винейроном

на воду. В качестве типичного примера на рис. 2–5 приведены спектры воды в начальном состоянии и после записи на воду информационных образов растворов следующих тканеспецифических адгезивных факторов:

- Викардин — ткани сердца;
- Винейрон — ткани мозга;
- Випульмин — ткани лёгких.

Спектры приведены для частот в диапазоне 0÷8 кГц. Масштаб 1,0 кГц/деление.

Концентрация растворов этих веществ составляет достаточно малую величину — 10–6. Это делает невозможным проведение стандартными методами анализа присутствия веществ в растворе.

Таблица 1. Спектр в диапазоне 0,05÷1 кГц

Наводимое вещество	Код
Чистая вода	100101010001000010000
Викардин	1000000001010100000
Винейрон	1001001010010010100
Випульмин	1001001001010000010

Таблица 2. Спектр в диапазоне 3,0÷4,0 кГц

Наводимое вещество	Код
Чистая вода	10000010001101010110
Викардин	10100001000110011010
Винейрон	11101000010011010011
Випульмин	11000100110101010101

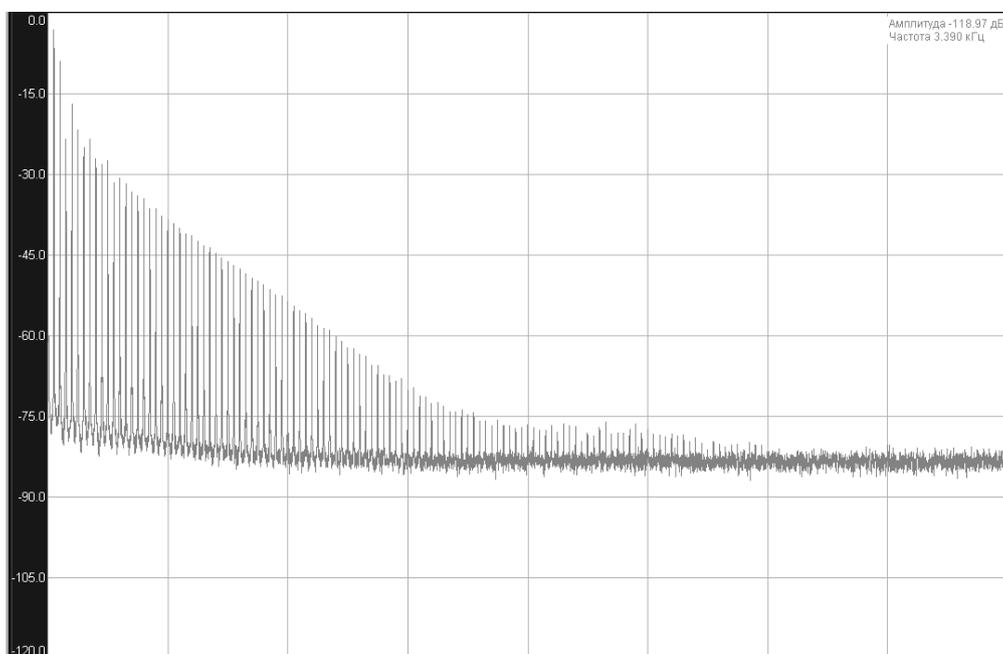


Рис. 5. Спектр воды с випульмином

В спектрах явно наблюдается наличие гармоник 50-герцового фона.

Проведенный анализ показал, что наиболее простым и достаточно достоверным является распознавание наличия определённых веществ по их простейшим кодам, образуемых по следующему принципу:

- ◆ учитываются только значения спектров в точках $50 \cdot n$, $n = 1, 2, 3, \dots$;
- ◆ кодом вещества является последовательность $\{a_n\}$;
- ◆ $a_n = 1$, $a_n = 0$, если амплитуда в точке n выше, чем в точке $n-1$, в противном случае $a_n = 0$.

Примеры таких кодов приведены в табл. 1÷3 для разных частотных диапазонов.

Для диапазона 0,05÷1,0 кГц минимальное кодовое расстояние (количество несовпадающих позиций, табл. 1) равно 4, что достаточно для достоверного распознавания даже для такого самого примитивного принципа кодирования — без учёта амплитуды спектра, а только по принципу «больше-меньше».

Для более высокочастотной части спектра различие увеличивается, поэтому распознавание будет ещё точнее. Например, для диапазона частот 3,0÷4,0 кГц

Таблица 3. Формула крови до и после воздействия

начальное состояние Возраст:23 Вес:85 Частота дых.:14 Пульс:58	после 10 минутного воздействия
1. Гемоглобин: 138,27 г/л	1. Гемоглобин: 179,54 г/л
2. Эритроциты: 4,41	2. Эритроциты: 5,36
3. СОЭ: 7,83 мм/час	3. СОЭ: 10,73 мм/час
4. Лимфоциты: 35,18%	4. Лимфоциты: 15,34%
5. Лейкоциты: 7,78	5. Лейкоциты: 10,98

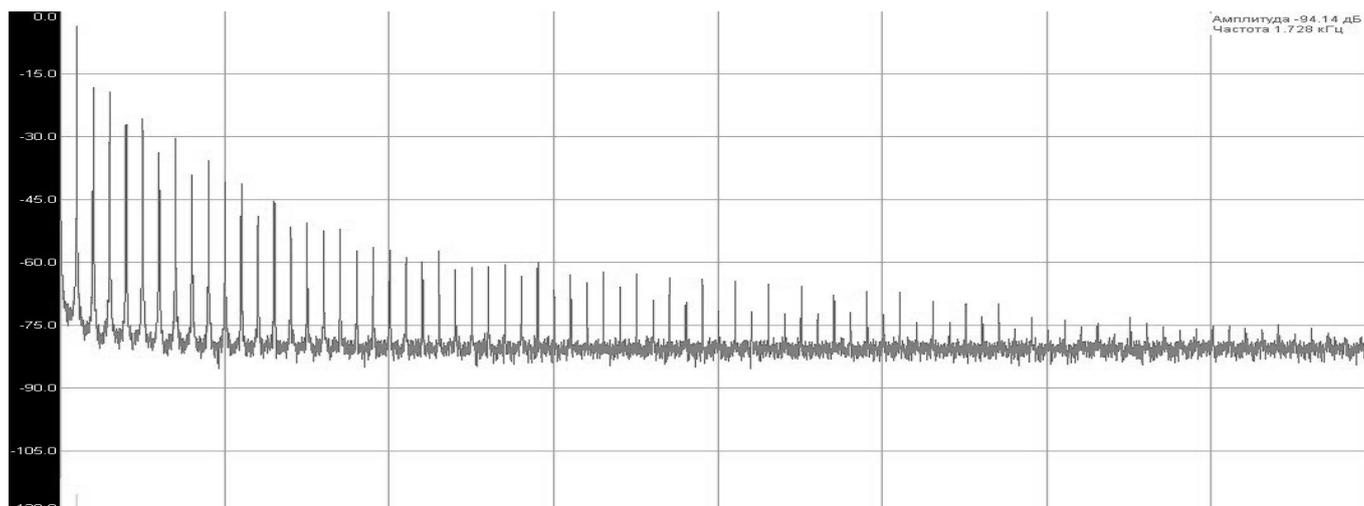


Рис. 6. Исходное состояние

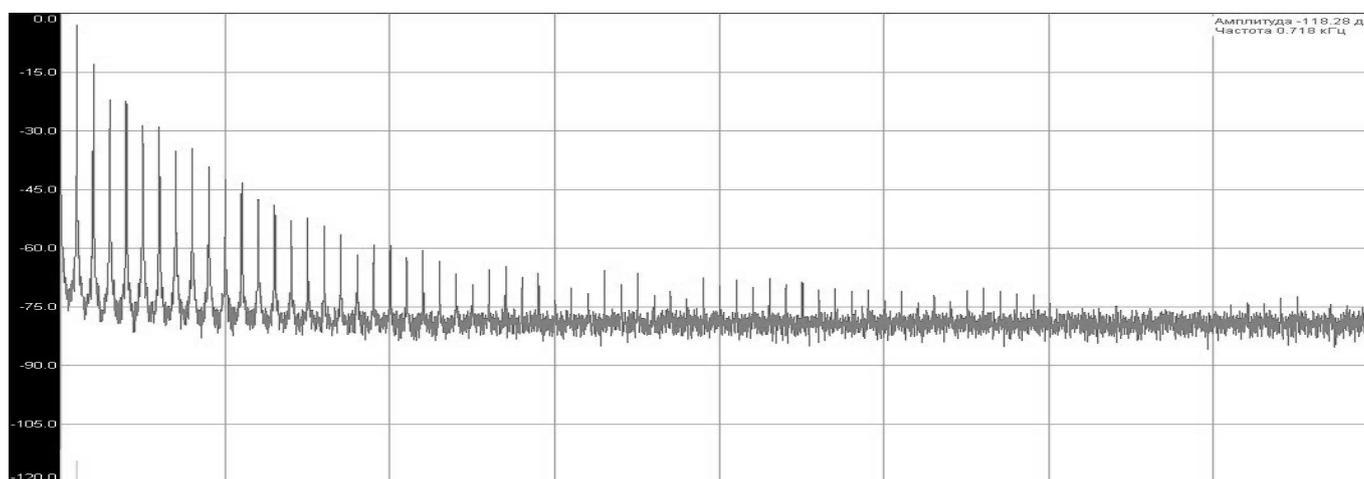


Рис. 7. Воздействие мелатонина

(Табл. 2) минимальное кодовое расстояние будет равно уже 6.

В последующих опытах исследовалось влияние на воду в стакане излучения руки человека, находящегося в различных состояниях. На рис. 5÷6

приведены типичные результаты эксперимента для испытуемого в текущем состоянии и после 5-минутного сеанса воздействия мелатонином, вызывающего релаксацию организма. Спектры сигналов приведены в масштабе 0,5 кГц/деление в диапазоне 0÷4 кГц.

Достоверным признаком появления релаксации организма после воздействия мелатонина является отсутствие заметных пиков сигнала в 7 делении (диапазон частот $3,0 \div 3,5$ кГц).

В дальнейших исследованиях информационные образы медикаментов записывались на светодиод. Далее производилось облучение включённым светодиодом определённых участком кожи волонтеров.

Типичный пример изменения биохимического состава крови в результате 10-минутного воздействия информационного образа АТФ, записанного на светодиод, на спортсмена высшей квалификации (единоборец, чемпион Европы), приведен в Табл. 3. В результате воздействия произошло повышение уровня гемоглобина на 41г/л, то есть на 30%. Это означает соответствующий прирост энергоресурсов, что настоящее время является лучшим из известных результатов.

Выводы

1. Проведенные эксперименты с различными видами медикаментов подтвердили существование их информационных образов, оказывающих воздействие на организм человека, аналогичное оригиналу.
2. Показана возможность достаточно достоверного распознавания веществ по спектру их информационных образов.
3. Установлена принципиальная возможность контроля состояния организма человека по изменению спектра его собственного электромагнитного излучения.
4. Предлагаемый подход позволяет обеспечить существенное повышение работоспособности не допинговыми средствами и является весьма перспективным для применения в терапии и спортивной медицине.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Benveniste; P. Jurgens; W. Hsueh; J. Aissa (21–26 February 1997). «Transatlantic Transfer of Digitized Antigen Signal by Telephone Link». *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 99 (1): S175. doi:10.1016/S0091–6749(97)81064–0.
2. Р.Ш. Саркисян, Г.Г. Карамян, А.М. Манукян, А.Г. Никогосян, В.Т. Варданян. Дистанционные нелокальные взаимодействия в биологических, химических и физических системах // *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, № 7(3), стр. 12–33, 2015
3. А. Менеgetti. Психосоматика. ННБФ «Онтопсихология», М., 2005. 360 с.
4. Жевнеров В.А. Способ регистрации ЭМИ биологических объектов//*Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия*, —2015, № 2(9) Часть 4, с. 16–19
5. Жевнеров В.А. Мещеряков А.В., Боген М.М. и др. «Практическое применение дистанционного воздействия на функциональные резервы человека при помощи передачи информации, записанной на светодиоды», *Образование и Право*, № 11, 2019, с. 178–184
6. Шовкопляс Ю.А., Жевнеров В., Гукасов В.М. Профилактика и коррекция утомления, как основа эффективной человеческой деятельности. Система мониторинга и коррекции уровней утомления человека // *Медицина и высокие технологии*. 2016. № 2. С. 45–54.

© Васильев Олег Станиславович (vasilev.os@yandex.ru),

Войтенко Юрий Леонидович (yuravoitenco2014@yandex.ru), Жевнеров Владимир Алексеевич (jewn@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАКЕТОВ АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

IMPLEMENTATION OF THE MODULE FOR THE FORMATION OF ADAPTIVE TECHNOLOGY PACKAGES FOR AN EXPERT SYSTEM FOR OPTIMAL LAND USE

**N. Voronova
L. Gagarina
A. Doronina
M. Skosyreva
R. Fomin
D. Chukhlyayev**

Summary. The article presents a solution to the problem of increasing the efficiency of land use by developing a module for the formation of adaptive technology packages.

Keywords: refactoring, reengineering, information system, adaptive technologies, optimal land use.

Воронова Наталья Михайловна

Н.с., Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» «МИЭТ»
ntvvoronova@mail.ru

Гагарина Лариса Геннадьевна

Д.т.н., профессор, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» «МИЭТ»
gagar@bk.ru

Доронина Анна Александровна

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» «МИЭТ»
doronina.anna.a@mail.ru

Скосырева Мария Сергеевна

Владимирский Государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир
skosyreva.maria@mail.ru

Фомин Роман Андреевич

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» «МИЭТ»
roman.a.fomin@mail.ru

Чухляев Дмитрий Алексеевич

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» «МИЭТ»
chukhlyayev.dmitry@mail.ru

Аннотация. В статье представлено решение проблемы повышения оперативности землепользования посредством разработки модуля формирования пакетов адаптивных технологий.

Ключевые слова: рефакторинг, реинженеринг, информационная система, адаптивные технологии, оптимальное землепользование.

Для динамического развития сельскохозяйственного производства необходимо создание информационной инфраструктуры. Особую роль при повышении уровня автоматизации и информатизации процессов играют информационные системы.

В настоящее время функционирует экспертная система оптимального землепользования (ЭСОЗ) [1], которая разрабатывается для ее дальнейшего исполь-

зования агрономами, почвоведомы, научными работниками и функционирует в двух режимах — в режиме без привязки интеллектуальной консультации к какому — либо земельному хозяйству и в режиме с привязкой. Актуальность системы определяется ее функционалом, который, тем не менее, является неполным. В целях модернизации ЭСОЗ необходимо проанализировать достоинства и недостатки действующих систем.

Таблица 1. Особенности текущей реализации системы

№ п/п	Особенности текущей реализации	Недостатки
1	ArcView GIS — как средство реализации	не является бесплатным, что усложняет внедрение системы: у конечного пользователя должна быть лицензия на использование ArcView GIS; не является кроссплатформенным ПО, т.е. зависит от ОС.
2	Использование версии ArcView GIS3.1	морально устаревшая версия, возможности и функционал значительно уступают последней версии 10.0.
3	Использование для реализации логики (алгоритмов и интерфейса) встроенного языка Avenue	Avenue — скриптовый язык (объектно-ориентированный, но нет возможности создавать собственные объекты); имеет ограниченные возможности для программирования как логики, так и оконного интерфейса.
4	Оконное приложение с цепочкой диалоговых форм	очень неудобная эргономика; не презентабельный интерфейс;
5	Отсутствие тестирования системы	частично неработоспособный код; отсутствие документированного кода.

Существует система интерактивного формирования пакетов адаптивных технологий «Агрокон», которая функционирует в трех режимах:

1. «Обработка поля фермерского хозяйства» (ОПФХ);
2. «Обработка поля севооборота коллективного хозяйства» (ОПКХ);
3. «Обработка севооборота коллективного хозяйства» (ОПКлХ) [2].

Текущая реализация системы имеет целый ряд недостатков (табл. 1). Процесс использования системы очень усложнен — зачастую требуется установка и администрирование вспомогательного программного обеспечения. На уровне представления данных режимы между собой никак не связаны — отсутствует единая база данных. В связи с чем необходимо осуществить кардинальный реинжиниринг и реализовать бизнес-логику более современными средствами разработки.

С целью устранения недостатков и наращивания функционала необходимо доработать систему ЭСОЗ, а именно разработать модуль формирования пакетов адаптивных технологий (ФПАТ).

База знаний ЭСОЗ

База знаний ЭСОЗ состоит из двух модулей:

- ◆ модуль работы с базами данных;
- ◆ модуль формирования знаний.

Для представления знаний в системе ЭСОЗ используется продукционная модель, в рамках которой знания представляются в виде предложений типа:

«Если (условие), то (действие)».

В данном случае в качестве условия выступает предложение-образец, на основе которого в базе знаний выполняется поиск; действие — это операция, выполняемая в случае успешного поиска. Продукционная модель формирует базу знаний, состоящую из правил. Перебором этих правил управляет специальная программа, называемая машиной вывода. Наиболее распространенными формами вывода являются прямо и обратный вывод. При использовании прямого вывода перебор правил происходит от данных к цели; при использовании обратного — от цели к данным для ее подтверждения. Под данными понимаются некоторые исходные факты, на которых запускается машина вывода [3].

Исходя из режимов функционирования ЭСОЗ, все данные, содержащиеся в системе, представляют агрономические данные справочного характера, экспертные рекомендации по оптимальному адаптивно — ландшафтному земледелию без привязки к земельному участку, а также данные конкретного земельного хозяйства.

В базе данных представлены:

- ◆ агроэкологические характеристики типов земли;
- ◆ параметры трех уровней интенсификации;
- ◆ характеристики всех возделываемых в зоне культур;
- ◆ 25 севооборотных схем, которые содержат различную специализацию от зерновых до кормовой направленности.

Также содержатся параметры:

- ◆ 8 видов основной обработки почвы;
- ◆ 25 комбинаций предпосевной обработки почвы и посева;
- ◆ 12 комбинаций по уходу за посевами;

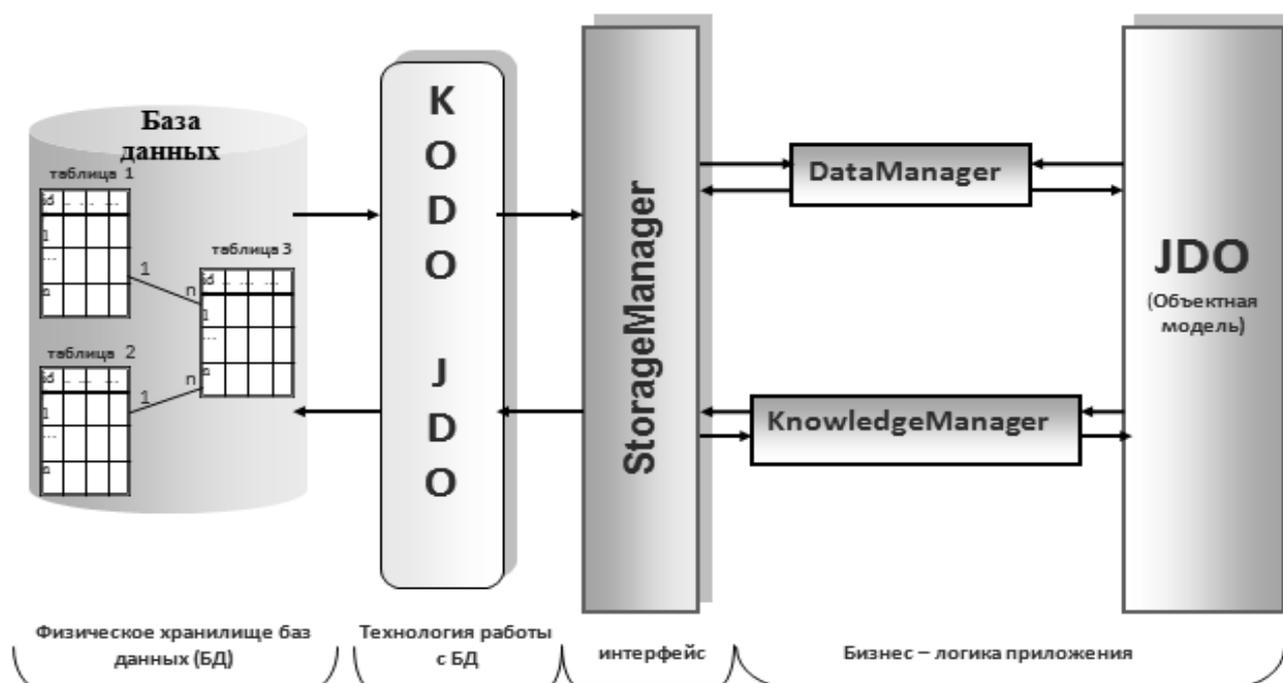


Рис. 1. Схема работы бизнес-логики приложения

- ◆ 10 комбинаций по уборке урожая;
- ◆ 13 схем применения удобрения.

Вся информация хранится в 52 таблицах, каждая из которых имеет так называемый паспорт с общим описанием (назначением) таблиц и техническими характеристиками.

Данные в приложении описываются в виде объектной модели. Каждая таблица из базы данных соответствует отдельному классу в объектной модели. Связь классов объектной модели с таблицами базы данных организовывается через специальные файлы *.jdo и *.mapping в формате *.xml.

На уровне приложения обращение к данным происходит через специальный интерфейс StorageManager, в котором описаны все основные действия с данными без учета особенностей конкретной объектной модели.

За модули работы с данными и знаниями отвечают два утилитных класса: DataManager и KnowledgeManager. DataManager реализует запросы на получение справочной информации. KnowledgeManager формирует запросы на получение знаний.

На низком уровне с данными работает технология Kodo JDO, выполняя такие действия как: открытие со-

единения с БД, формирование запросов на языке SQL и т.д. (рис. 1).

Экспертная система оптимального землепользования (ЭСОЗ) является web-приложением на платформе J2EE [4][5]. Схема данных размещена на сервере MySQL.

Приложение содержит все основные классы, описывающие основные бизнес-объекты и состоит из нескольких модулей:

- ◆ модуль работы с данными, который реализует запросы к базе данных;
- ◆ модуль формирования знаний;
- ◆ web-модуль.

Разработка модуля ФПАТ

Структура модуля ФПАТ реализовывает функционал системы «Агрокон». Согласно режиму проектирования системы «Агрокон», весь функционал можно разделить на 3 режима работы:

1. обработка произвольного поля;
2. обработка одного поля севооборота хозяйства;
3. обработка севооборотов хозяйства.

Каждый из режимов представляет определенный самостоятельный алгоритм формирования пакетов адаптивных технологий, поэтому в разделе указанные режимы должны быть независимы друг от друга. Также



Рис. 2. Структура ФПАТ

необходимо обеспечить просмотр сохраненных пакетов технологий в рамках режима. С учетом этих требований каждый режим можно разделить на два подраздела:

1. построение решения;
2. просмотр результатов.

Кроме того, в режимах 2 и 3 при построении решения необходимо обеспечить как создание нового решения, так и дополнение существующего (рис. 2).

Модуль ФПАТ является частью экспертной системы, что подразумевает соответствие оформления страниц этого раздела общему стилистическому решению системы.

Анализ структуры web-интерфейса показал, что все страницы в зависимости от наполнения их центральной части можно поделить на три основных класса:

1. информационные — страница содержит только информационное наполнение без карты и элементов управления;
2. картографические с элементами управления картой — страница содержит карту и элементы управления картой;
3. информационно-картографические — страница содержит информационное наполнение, карту и элементы управления картой.

Страницы текущего раздела относятся к информационно-картографическим.

Режим обработки поля севооборота входит в состав раздела «Формирование пакетов адаптивных технологий». Согласно разработанной структуре, функционал данного режима реализован на трех страницах: «Построение нового решения», «Дополнение решения» (общий макет — «Построение решения») и «Результаты» (макет «Результаты»). Далее необходимо детализировать схему размещения элементов на панелях настройки параметров и таблиц просмотра результатов. Интерфейс страниц «Построение нового решения» и «Дополнение решения» аналогичен, за исключением первого элемента на панели настроек: на странице создания располагается поле ввода текста, а на странице дополнения — выпадающий список с вариантами созданных ранее решений.

Созданы html-страницы, где была прописана разметка, определяющая положение всех перечисленных элементов и добавлены элементы общего дизайн-макета и применены общие стили из CSS-файлов.

Модуль состоит из клиентской и серверной частей, тем самым реализуя технологию «клиент-сервер» (рис. 3).

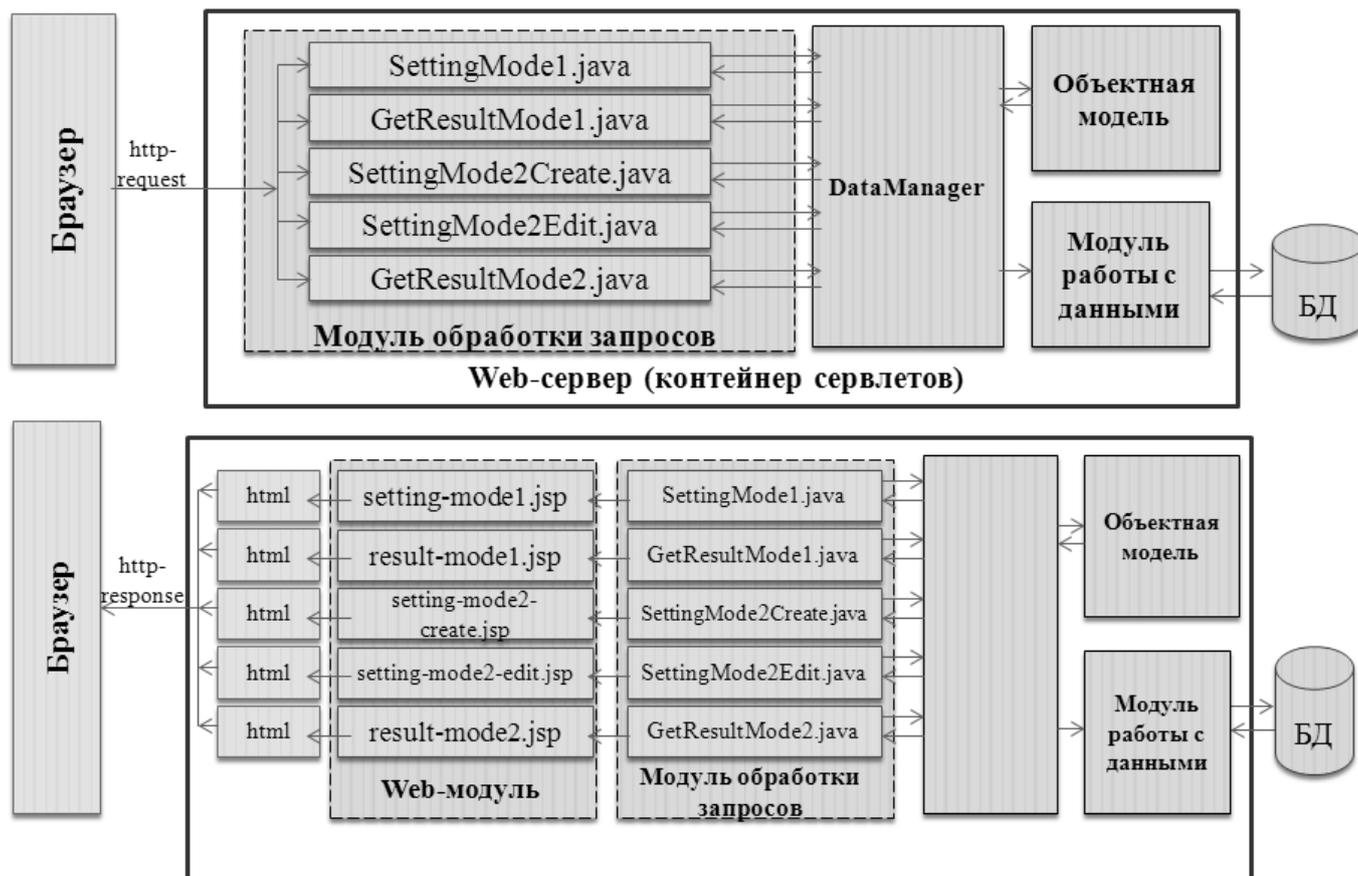


Рис. 3. Клиент-серверное взаимодействие

Клиентская часть реализует пользовательский интерфейс, формирует запросы к серверу и обрабатывает ответы от него. Эта часть в проекте представлена jsp-страницами. JSP-страница — это текстовый документ, содержащий статические исходные данные (в формате HTML или XML) и динамическое содержимое, которое конструируется JSP-элементами.

На основе разработанных HTML-страниц в модуле реализованы 6 страниц:

1. страница построения решения в режиме обработки одного поля;
2. страница просмотра результатов в режиме обработки одного поля;
3. страница построения нового решения в режиме обработки поля севооборота;
4. страница дополнения решения в режиме обработки поля севооборота;
5. страница просмотра результатов в режиме обработки поля севооборота.

Для формирования динамического содержимого перечисленных страниц использовалась библиотека пользовательских тегов JSTL.

Динамическое содержимое каждой страницы формируется при взаимодействии с сервером. Серверная часть получает запрос от клиента, выполняет вычисления, после этого формирует web-страницу и отправляет её клиенту по сети с использованием протокола HTTP. Обработка запросов пользователя происходит в специальном классе — сервлете.

Режим ОПФХ

При запуске модуля в режиме «Обработка поля фермерского хозяйства», начинается прохождение последовательной цепочки диалоговых окон: «Обработка поля фермерского хозяйства» — «Экспериментальная базовая урожайность» — «Площадь участка» — «Типы земли» — «Предшественник известен».

Логика формирования выводимого списка для разных режимов отличается — при выборе режима ОПФХ список предшественников формируется на основании выбранного ранее севооборота. Однако при проектировании обработки поля фермерского хозяйства севооборот выбирается уже после выбора предшественника, а поле не выбирается совсем (привязка к номеру

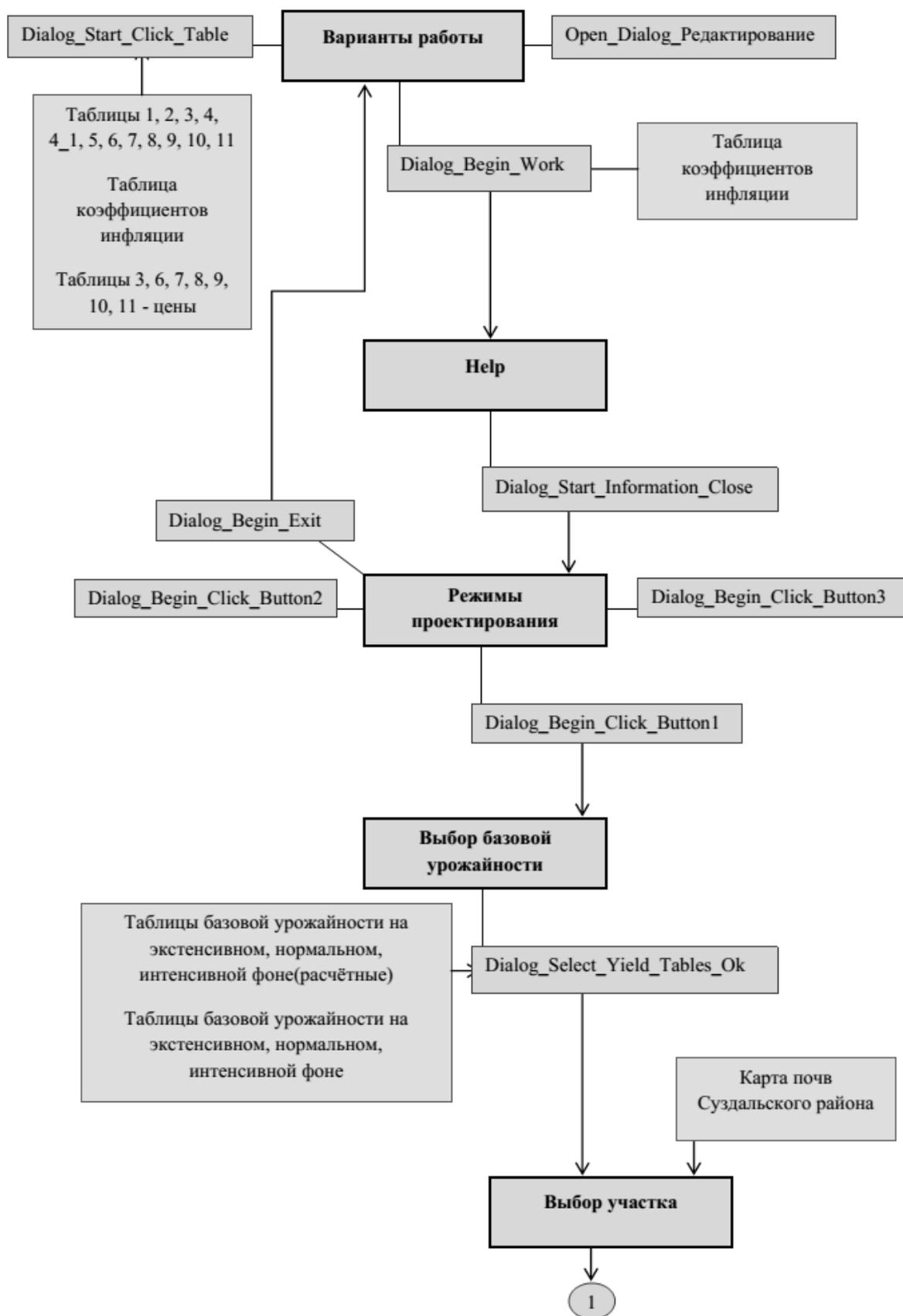


Рис. 4. Диаграмма последовательности для режима ОСКХ (продолжение на стр. 40)

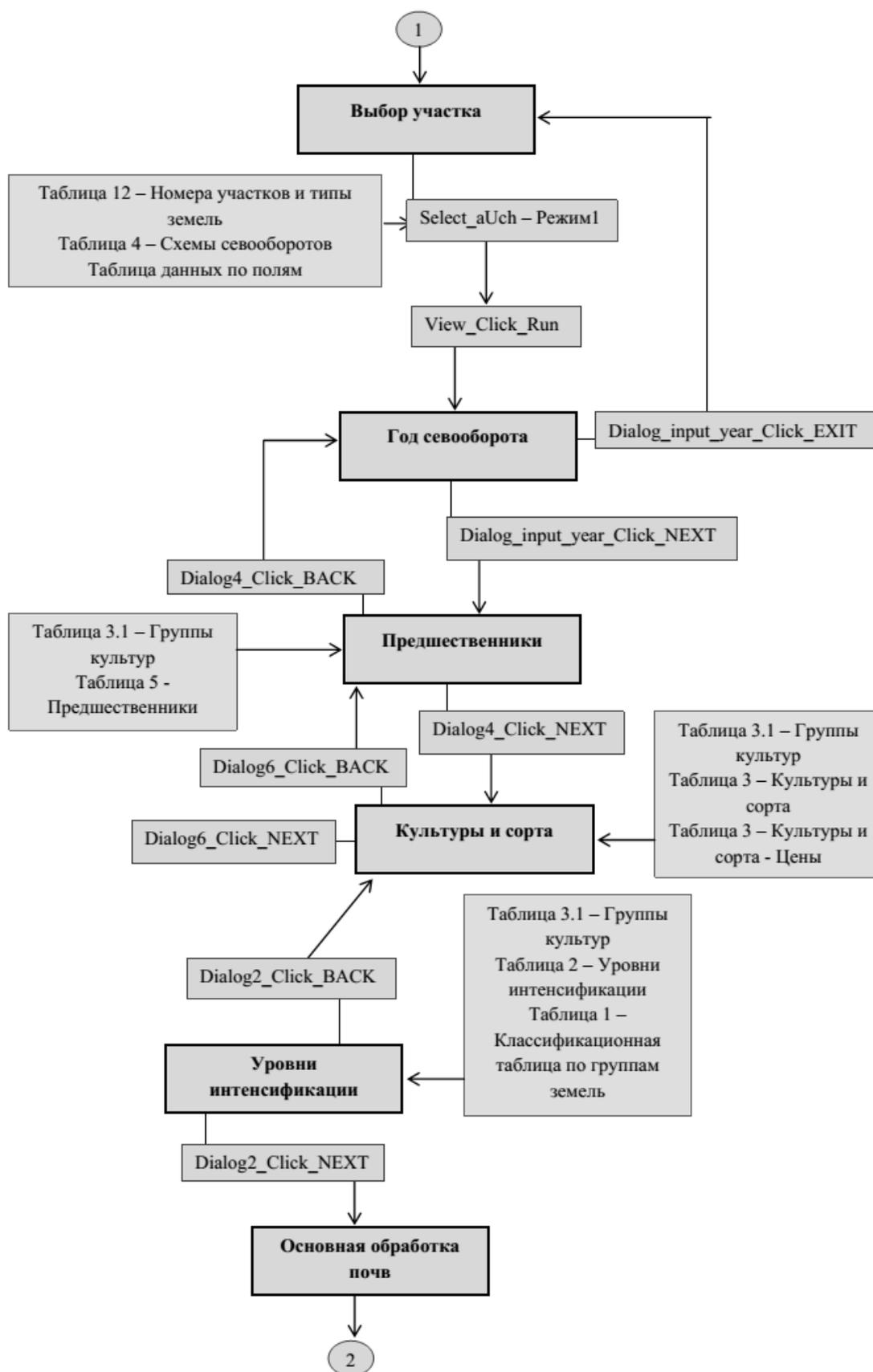


Рис. 4. Диаграмма последовательности для режима ОСКХ (продолжение на стр. 41)

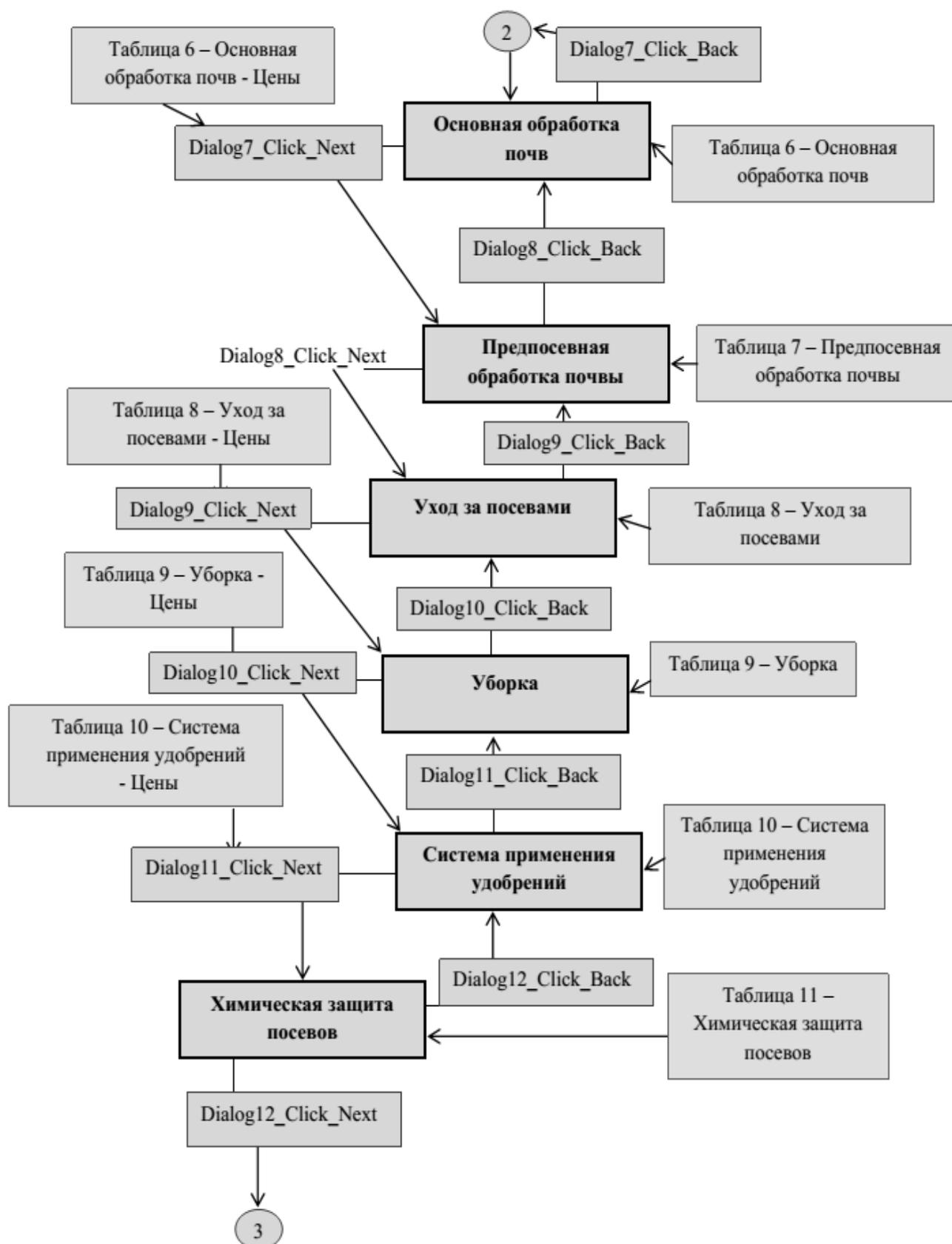


Рис. 4. Диаграмма последовательности для режима ОСКХ (продолжение на стр. 42)

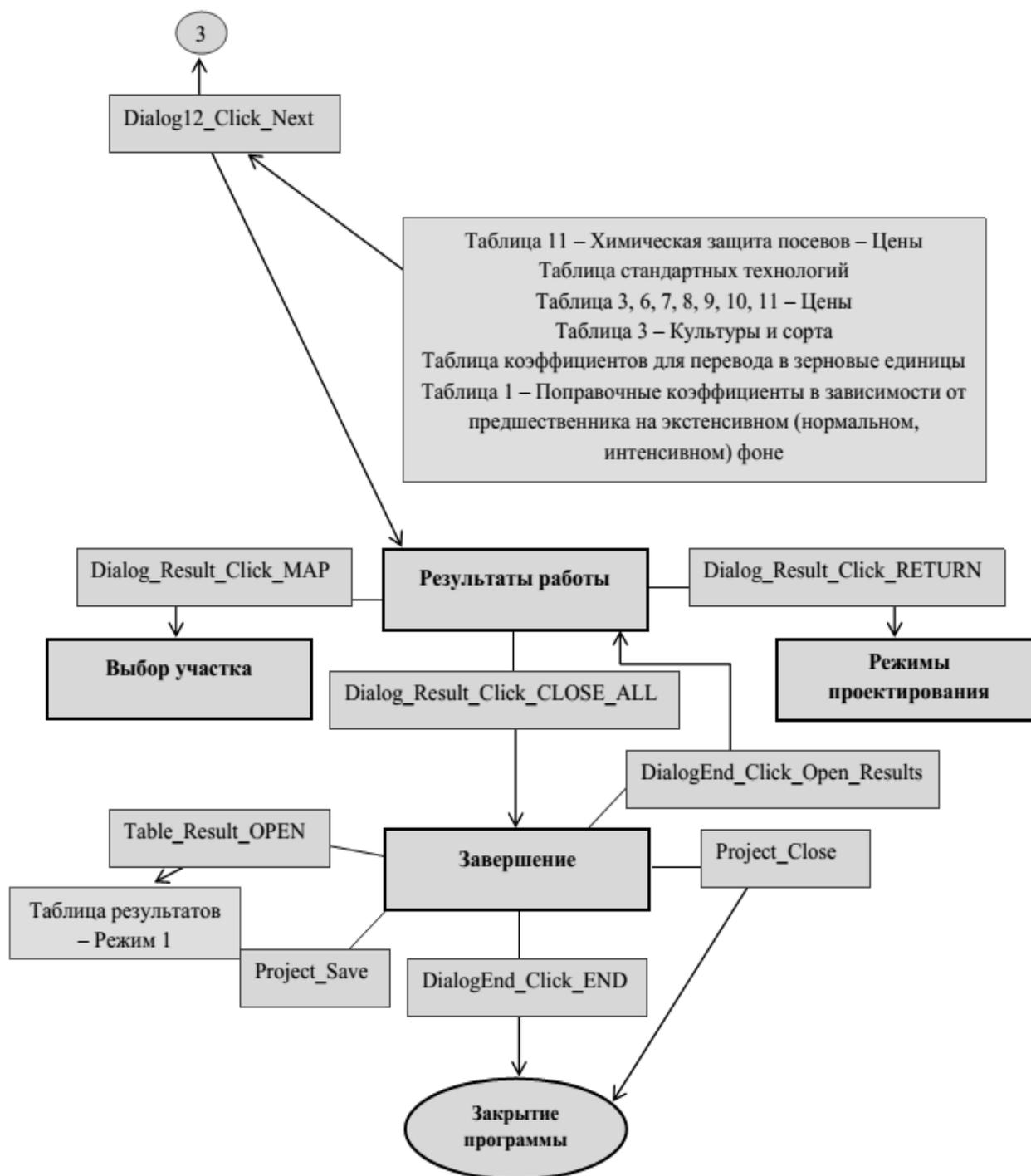


Рис. 4. Диаграмма последовательности для режима ОСКХ

поля осуществляется в другом режиме проектирования).

Режим ОСКХ

Запуск режима «Обработка поля севооборота коллективного хозяйства» начинается с прохождения по-

следовательной цепочки диалоговых окон: «Обработка поля севооборота коллективного хозяйства» — «Экспериментальная базовая урожайность» — «Участок 4 5» — «Год севооборота: 2008» — «Предшественник». Диаграмма последовательности для режима обработки поля севооборота представлена на рисунке 4. При анализе алгоритма работы режима обработки поля севоо-

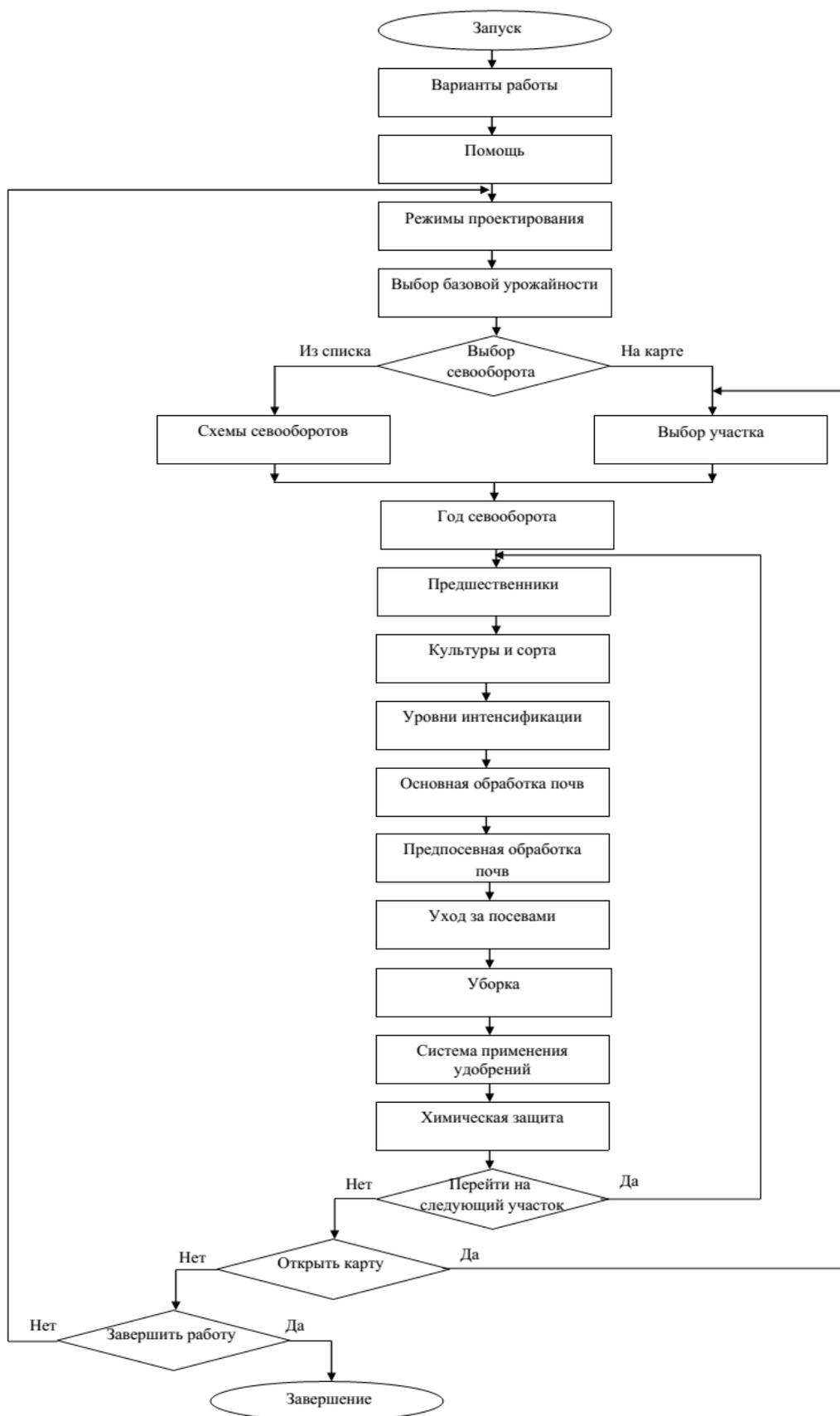


Рис. 5. Схема работы режима ОСКлХ

борота и сравнении его с алгоритмом первого режима, отмечено, что на определенных этапах логика текущего режима совпадает с логикой режима ОПФХ.

Режим ОСКЛХ

В процессе запуска модуля в режиме «Обработка севооборота коллективного хозяйства» (ОСКЛХ) происходит прохождение последовательной цепочки диалоговых окон: «Обработка севооборота коллективного хозяйства» — «Экспериментальная базовая урожайность» — «Выбрать севооборот на карте» — выбираем севооборот — нажимаем кнопку «Предыдущий» в окне «Год севооборота» (рис. 5.).

Заключение

В ходе работы выполнены все поставленные задачи, а именно:

1. проведена подготовка к реинжинирингу;
1. изучена система «Агрокон» и три режима проектирования в этой системе;
2. осуществлен поиск и устранение ошибок в системе «Агрокон», и корректность внесенных изменений подтверждена тестовыми запусками;
3. разработана спецификация системы «Агрокон».

4. реализован модуль «Формирование пакетов адаптивных технологий», в процессе реализации которого осуществлены:

1. модернизация класса, отвечающего за бизнес-логику режима обработки одного поля мелкого хозяйства;
2. перенос бизнес-логики режима обработки поля севооборота из системы «Агрокон» в модуль формирования пакетов адаптивных технологий;
3. разработка общей структуры раздела «Формирование пакетов адаптивных технологий» как части экспертной системы оптимального землепользования;
4. разработка дизайн-макетов страниц раздела;
5. редизайн рабочего интерфейса режима обработки одного поля в соответствии с разработанными макетами и общим интерфейсом системы;
6. рефакторинг функциональной части интерфейса режима обработки одного поля;
7. функциональная часть интерфейса режима обработки поля севооборота.

В перспективе предполагается проверка юзобильности тестирования на фокус-группах пользователей и интеграция реализованного модуля на платформу экспертной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система агрономического консультирования «Агрокон» [Электронный ресурс]: Руководство пользователя / сост. Л.М. Воронова, Н.М. Воронова; Владим. гос. ун-т. — Владимир: изд-во Владим. гос. ун-та, 2013. — 13 с.
2. Экспертная система оптимального землепользования. URL: <http://agroexpert.online>
3. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование. — М.: «ООО И.Д. Вильямс», 2007. — 1152 с.
4. Фаулер М. Рефакторинг. Улучшение существующего кода. — СПб.: Символ-Плюс, 2008. — 432 с.
5. Реинжиниринг информационных систем [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=19283>, свободный. — Загл. с экрана.

© Воронова Наталья Михайловна (nmvoronova@mail.ru), Гагарина Лариса Геннадьевна (gagar@bk.ru),
Доронина Анна Александровна (doronina.anna.a@mail.ru), Скосырева Мария Сергеевна (skosyreva.maria@mail.ru),
Фомин Роман Андреевич (roman.a.fomin@mail.ru), Чухляев Дмитрий Алексеевич (chukhlyaev.dmitry@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

LESSONS OF ONLINE EDUCATION

L. Demidov

Summary. The article is devoted to the analysis of the experience of using modern educational process management systems. The purpose of this work is to analyze the experience of using Learning Management Systems (LMS) in the educational process of educational institutions.

The objectives of the study are: 1. to analyze the experience of using LMS Moodle, MA Team in the educational process, 2. To evaluate the possibility of their effective use in the educational process

The hypothesis of the study is the statement that modern learning management systems do not provide the required level of implementation of the educational process.

Research methods: desk research, experiment, survey.

Results achieved: the hypothesis is fully confirmed.

Keywords: education, educational institutions, distance learning, online education, e-learning, disadvantages.

Современные реалии мира указывают на то, что изменения, которые являются следствием вызовов современности, требуют ответных изменений в способах как реагирования на них, так и в способах ответа на негативные воздействия указанных вызовов. Одним из таких способов, которой является реакцией на пандемию, в области образования, стал всплеск интереса к дистанционному образованию. «Дистанционное образование — образование, которое полностью или частично осуществляется с помощью компьютеров и телекоммуникационных технологий, и средств. Субъект дистанционного образования удалён от педагога, и/или учебных средств, и/или образовательных ресурсов. Дистанционное образование осуществляется с преобладанием в учебном процессе дистанционных образовательных технологий, форм, методов и средств обучения, а также с использованием информации и образовательных массивов интернета.» [1] сегодня можно смело делить образование на две части — онлайн образование, реализуемое через интернет и так называемое, «оффлайн» образование, под которым понимается традиционное образование. К которому скорее подходит термин «классическое». Которое, в свою очередь, может быть «очное, вечернее или заочное, а именно

УРОКИ ОНЛАЙН-ОБРАЗОВАНИЯ

Демидов Лев Николаевич

К.т.н., доцент, Финансовый университет при
Правительстве РФ, Москва
ldemidov@fa.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу опыта использования современных систем управления учебным процессом. Целью данной работы является анализ опыта применения систем управления обучением (Learning Management Systems, LMS) в учебном процессе образовательных учреждений.

Задачами исследования являются: 1. проанализировать опыт применения в учебном процессе LMS Moodle, MA Teams, 2. Оценить возможность их эффективного применения в учебном процессе

Гипотезой исследования является утверждение о том, что современные системы управления обучением не обеспечивают требуемый уровень реализации учебного процесса

Методы исследования: кабинетное исследование, эксперимент, опрос.

Достигнутые результаты: гипотеза полностью подтверждена.

Ключевые слова: образование, образовательные учреждения, дистанционное обучение, онлайн-образование, электронное обучение, недостатки.

эти формы определены в законодательстве РФ» [2] и являются единственно возможными для специализированных учреждений (учебных заведений) — школ, колледжей, институтов, университетов и т.п.

Современные условия, продиктованные, прежде всего, как самой пандемией, так и ее последствиями, внесли значительные коррективы в учебный процесс всех без исключения видов учебных заведений. На первое место пытается «выйти» учебный процесс, модель которого скорректирована в сторону более широкого использования последних достижений в информационных и телекоммуникационных технологиях. Конечно же сложно, а скорее всего невозможно провести аудиторные занятия, когда объявлен жесткий карантин. Но попытки перевода обычного, можно сказать «классического» учебного процесса на «рельсы» учебного процесса дистанционного ничего хорошего принести не могут.

Сегодня, в публикациях в открытом доступе, нет единого терминологического аппарата. Словосочетания «дистанционное образование» «онлайн обучение» «электронное обучение» и т.п. скорее понимаются как

единое понятие, объясняющее все то, на что вынуждены пойти образовательные учреждения в новых условиях. А это совершенно разные по смыслу словосочетания. Коренное отличие классического образования в том, что учебный процесс в нем жестко привязан к временным нормативам. Любая рабочая программа изучения учебной дисциплины имеет регламентированный учебным планом и рабочей программой срок. И за его пределы обучающий не имеет права выйти. В онлайн-образовании, в частности, сейчас идет речь именно о «дистанционном» образовании, коренным отличием является полное отсутствие временных рамок. Успешность или неуспешность освоения той или иной учебной дисциплины в обоих случаях определяется моментом успешного прохождения итоговой формы аттестации. Причем в «классическом» виде таких попыток максимум три: экзамен (зачет), пересдача, сдача комиссии. И все они привязаны к строго определенным и заранее спланированным временным срокам. Если обучаемый не показал заявленного в учебной программе уровня усвоения материала, то он или «остается на второй год», или ему предлагается прекратить процесс обучения в данном учебном заведении, накладывающем определенные требования на уровень знаний обучаемого. В дистанционном онлайн-образовании изначально не было ограничения на количество попыток в прохождении итоговой формы аттестации. В ряде дистанционных учебных заведений возможны дополнительные ограничения финансового характера, когда с определенного числа использованных попыток все последующие уже за плату. Она, как правило, фиксированная. И прибыль в этом случае определяется числом использованных попыток. Но опять же без ограничений во времени.

В «классическом» образовании существует определенный возрастной, интеллектуальный цензы, а также набор определенных физических кондиций, которым должен соответствовать соискатель. В противном случае он будет признан не годным к прохождению обучения в рамках организованного учебного процесса учебного заведения. В онлайн-образовании таких ограничений не устанавливалось изначально.[6]

Можно продолжать это сравнение долго и находить еще значительные несовпадения в этих двух формах образования. Следует признать их как различные, поскольку они таковыми и являются. Другое дело, что поскольку они имеют одно общее — образование обучаемого. И это не может не наложить отпечаток на обе формы. В том числе и за счет взаимного проникновения. Сегодня используется термин «электронное обучение», который способен внести ясность. «Под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах

данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.» [2]

Рынок систем управления обучением (LMS, Learning Management Systems) представлен широким диапазоном решений. На сегодняшний день известно 167 различных решений от 121 вендора. При условии, что многие решения в области реализации собственно процесса обучения дублируют решения конкурентов. А отличаются незначительными, с точки зрения реализации учебного процесса, отличиями. Или отличиями в количестве используемых в рамках предлагаемой системы инструментов (видео-, аудио конференциями, наличием/отсутствием встроенной почты, чата и т.п.). Если сделать обзор открытой печати и интернет-публикаций, то заметна одна тенденция: нет ни одного критического замечания в адрес таких обучающих систем. В лучшем случае в статьях, посвященных выбору системы электронного обучения [3–5] приводится перечень недостатков, не критикующей описываемую систему обучения, а скорее подводящее решение по выбору в отношении той системы, которая оплачена изготовителем. Только вот с учебным процессом это не имеет никакого сходства. Публикаций, связанных с объяснениями работы конечного пользователя (в данном случае речь идет о преподавателе, который должен создавать материалы для обучения), как правило, в такой системе нет. А если есть, то есть система поставлялась с предварительно разработанным учебным контентом, то гарантий того, что этот контент соответствует помимо требований ФГОС, так еще и взглядам образовательного заведения на то, что и как надо преподавать нет. Плюс насколько имеющийся контент и предоставленная система позволит преподавателю внести коррективы, которые необходимы. Все без исключения имеющиеся на рынке системы разработаны, безо всякого сомнения, профессиональными разработчиками, которые мало понимают в организации и реализации учебного процесса. И, как правило, разрабатывают систему для пользователей имеющий уровень пользователя не ниже «опытный». Плюс они заведомо лучше знают как должен действовать пользователь при работе с такой системой. Ситуация напоминает 90-е годы XX столетия, когда на рынке Москвы и Московской области было более 20 предложений в области раз-

работки программ бухгалтерского учета. Со временем на рынке осталось только три, поскольку бухгалтера сложно заставить действовать так, как считает нужным разработчик. Да, сейчас средства разработки и технологии разработки шагнули далеко вперед и создать систему, ориентированную на пользователя, достаточно просто. Только это не отменяет того, что такие системы следует разрабатывать на пользователя, уровень которого далек от уровня «продвинутого пользователя», а скорее ближе к уровню «начальное знание». Плюс следует учитывать, что любой другой человек столкнувшийся с подобной разработкой, при первом знакомстве с системой испытывает чувство «отторжения». И не все готовы преодолевать его. Как показывает опыт внедрения LMS Moodle в практику учебного процесса Финуниверситета, понадобилось около 10 дополнительных онлайн-семинаров с использованием системы MS Teams, чтобы дать только начальный уровень знаний и навыков работы с внедряемой системой. И, несмотря на это, процесс наполнения системы учебным контентом и собственно учебный процесс на базе этой системы проходит под непосредственным контролем сотрудников, специально обученных работе с этой системой и обязанных работать именно так.

Отдельное слово следует сказать о времени. Ни одна из систем класса LMS не имеет основных настроек, связанных с регламентом времени. Есть или глубоко спрятанные настройки, или подхода к тому, что изучение набора знаний по дисциплине имеет временные ограничения нет. Эти системы создавались и создаются под дистанционное образование. А оно, как говорилось ранее не привязано ко времени. И алгоритмы, реализованные внутри ПО, не предусматривают учета времени. Как это не прискорбно.

Второй класс систем, используемый для организации электронного учебного процесса — это системы аналогичные MS Teams. Эта система создавалась как средство, предназначенное для проведения совещаний, реализуемых в удаленном формате (аналогом такой системы являются известные продукты Zoom, Skype и т.д.). Применение этого решения позволяет проводить занятие с достаточной степенью подобия обычному занятию в аудитории. Опыт применения MS Teams, который уже можно анализировать по итогам 2 семестров применения позволяет делать определённые выводы. И они далеки от тех хвalebных описаний, которые сопровождают рекламные материалы и публикации в открытом доступе. Конечно Microsoft — признанный лидер в области разработки ПО. Но в этой системе они значительно отошли от правила, которое реализовано в офисном пакете — любое действие можно делать не менее, чем тремя способами. Ограниченность действий по управлению процессом, сложность

работы с демонстрацией контента занятия (полноценный вариант показа возможен только при «захвате рабочего стола» когда в видение обучаемых попадает все, что в данный момент открыто или запущено у преподавателя) — это только малый перечень недостатков. Система изначально разрабатывалась на использование облачного решения Microsoft. Что подразумевает значительные ограничения в функциональности по сравнению и полноценным десктоп-решением. Достаточно сравнить функциональность десктоп версию ПО MSWord-2019 и функциональность облачного решения MSWord-365. Единственное достижение — работа и через мобильное приложение, и через браузер. И эта работа абсолютно аналогична по исполняемым действиям конечного пользователя.

Такие же недостатки можно отнести к функциональности всех без исключения систем электронного обучения. Во всех доступных публикациях считается, что функционал достаточен, для реализации процесса обучения. И этот функционал понятен и прост в использовании любому конечному пользователю. Но, как показывает практика, преподаватель-предметник по техническим дисциплинам еще способен использовать функционал, заложенный в систему, а вот преподавателям-гуманитариям приходится довольствоваться малым числом возможностей, заложенных в систему, поскольку не всегда понимание заложенных возможностей и реальное количество используемых возможностей системы совпадают. Или повышать свой «уровень пользователя ПК» по работе с внедренной системой. Примером является была зимняя учеба Финансового университета при Правительстве РФ 2020–2021 учебного года, которая позволила специально повысить квалификацию преподавателей-предметников по разным направлениям обучения и из других вузов по работе с системой дистанционного обучения Moodle.

Особое место занимает увеличение времени подготовки к проводимым занятиям. Пример: любые теоретические вопросы, раскрываемые на занятии с использованием MS Teams следует заблаговременно готовить и желательно с использованием MS Power Point. Проведенный опрос среди преподавателей Финуниверситета показал, что среднее время на создание презентации из 30–35 слайдов, занимает от 2 до 3,5 астрономических часов. Поскольку помимо собственно верстки слайдов требуется еще и «прогон» созданного материала с текстом, сопровождающим слайды, который стоит проговаривать вслух. Часто одного раза бывает недостаточно. И эти «прогоны» носят целью не допустить превышение регламента времени — 2 академических часа. Особенно, если стараться подходить к нему хотя бы на уровне, достаточном для понимания обучаемых. Этот опрос проводился среди преподава-

телей-предметников, связанных с ИТ-отраслью. Опрос среди предметников гуманитарных дисциплин показал превышение этого временного норматива на 40–50%.

Сам процесс использования упомянутого ПО для проведения занятий не однозначен. В аудитории все настроено на реализацию учебного процесса. И соответствующий настрой как обучающего, так и обучающихся есть и ярко выражен. В случае, когда используются системы, аналогичные MS Teams многое становится условным. Но если в аудитории обратная связь с обучаемыми ярко выражена при непосредственном контакте и обучающий непрерывно контролирует процесс того, как обучаемые усваивают передаваемую им информацию. То здесь такой связи нет. Да она реализована, всегда можно обратиться к конкретному участнику процесса с просьбой ответа или показа того, чем он занимается. Но в первом случае все происходит в своего рода фоновом режиме и не мешает учебному процессу и остальным участникам, то в случае использования MS Teams можно только прервать процесс и обратиться к конкретному участнику. Это не только прерывает сосредоточенность обучаемых на цели проводимого занятия, но и не позволяет рационально использовать бюджет времени занятия. Плюс следует учитывать то, что передача видео — это значительная нагрузка канала передачи данных, который соединяет данного участника с общей системой. Та скорость обмена данными которая находится в распоряжении конкретного участника такого учебного процесса не всегда, как показывает практика, позволяет помимо передачи потока аудио еще и передать поток видео в требуем уровне качества, чтобы можно было бы на другом конце разоб- рать что же происходит.

Следует учитывать, что зависимость от видеопотока во все разрекламированных системах есть и крайне ярко выражена. Еще в 2012 году один из отечественных разработчиков анонсировал подобную систему. Так на презентации честно было сказано, что скорость передачи данных для приемлемой работы должна быть не менее 500 кбит/с. Ниже можно, но видео уже не будет работать (а речь шла о разрешении экрана 320x240, минимально возможные значения разрешения). Реальный канал в сети 3G такое значение устойчивой скорости обмена данными в условиях города показывает на удалении 2–3 км от базовой станции. Речь идет не пиковых кратковременных показателей, которые так любят рекламировать операторы сотовых сетей, а о тех показателях, которые позволят провести занятие длительностью полтора часа, а через перерыв в 10 минут снова повторить тот же достигнутый результат. А не тратить 5–10 минут занятия на процесс переподключения к системе. Поскольку работа в MS Teams привязана к учетным записям, которые хранятся не на сер-

верах организации, а на серверах Microsoft. Так как решение MS Teams универсальное, но в качестве «фундамента» использует облако Microsoft. Опять же использование технологии Wi-Fi для доступа к ресурсам системы также снижает возможности использования. Как показывает практика, при таком варианте увеличение одновременно подключенных источников потребления трафика резко снижает возможности пользователей. Равно как и загруженность общего эфира чужими точками доступа, работающими с различными потребителями (телефонами, смартфонами, игровыми и телеприставками и т.п.) также сводит возможный перечень доступных сервисов приложения к минимуму. Реальный вариант использования MS Teams для устойчивого проведения занятия: аудио канал, отключенное видео от камеры, захват не более одного источника, используемого в процессе занятия (Power Point, MS Excel и т.п.). Согласитесь, что отрекламированные возможности в реальных условиях не доступны. И не будут доступны, поскольку ориентация MS Teams на мобильность, в первую очередь, не будет изменена в угоду задач учебного процесса.

Возможность мобильности также негативно сказывается на использовании подобных систем. Участнику достаточно установить мобильное приложение на смартфон, подключиться к процессу и имитировать присутствие. Как правило, все занятие можно записывать в качестве видео. Для дальнейшего использования в качестве методического материала. Этим пользуются студенты. Имитируя присутствие на занятии путем подключения мобильного приложения и формирования отметки на общем экране системы. Что делает студент в процессе, есть ли вопросы и т.п., что совершенно свободно контролируется в процессе очного занятия, при электронном обучении становится непозволительно роскошным/недоступным. Обычная группа Финуниверситета 20–25 человек. Опрос каждого возможен только в так называемом режиме «точка-точка», когда аудио-канал занят парой студент-преподаватель. Как только одновременно пытаются говорить двое — пропадает понимание того, о чем идет речь у всей аудитории. Даже если тратить по 2 минуты на каждого студента — $2 \times 20 = 40$. 40 минут рабочего времени из отведенных полутора часов занятия просто уходят. Что не позволяет достичь требуемого уровня эффективности усвоения преподаваемой дисциплины. А если стараться донести максимум до обучаемых, нести ответственность за результат обучения — системы LMS минимально предназначены для реализации учебного процесса электронного обучения. Любое решение от разработчика в этой области или снабжено модулем учета денег или имеет встроенную систему управления взаимоотношениями с клиентом (CRM, Customer Relationship Management), позволяющую учитывать особенности каждого участ-

ника. С целью дальнейшего зарабатывания денег. А хотите ли вы, чтобы вас лечил доктор, имитировавший присутствие на занятиях которые он аккуратно оплачивал?

И последний недостаток. Состояние обучающего после завершения занятий. Отсутствие обратной связи с обучаемыми обнаружило один эффект: отсутствие обратной очной связи с обучаемыми негативно отражается на самом преподавателе. Психологические факторы в работе преподавателя крайне важны. Как только преподаватель проводит очное занятие и понимает, глядя на обучаемых, что его понимают, то тут срывает очень интересный эффект — он старается выдать как можно больше и по завершению уровень усталости не мешает по завершению ни отвечать на вопросы, ни заниматься дополнительными функциями (общение с магистрантами, дипломниками и т.п.). Это вполне нормально воспринимается после 6 и даже после 8 очных часов проведенных занятий. Эффект «онлайнового» учебного процесса прямо противоположен. Его можно смело называть эффектом «черной дыры». 4 часа в онлайн-режиме с виртуальным присутствием обучаемых выматывают гораздо сильнее, чем 8 часов проведения очных занятий. Причем это характерно, если ты в обоих случаях не позволяешь себе низкого качества проводимых занятий. А ведь такой режим работы способствует выгоранию работника в гораздо большей мере. И наступает оно быстрее. И проходит тяжелее. Летних ка-

никул не хватает для восстановления на том же уровне, какой был при проведении очных занятий.

Подводя итоги, следует сказать, что да, несомненно, такие системы следует использовать в учебном процессе. Есть обучаемые, которые по другому не смогут получить необходимые знания: участники инклюзивного образования, сельские жители, в деревнях которых нет школ, а есть интернет, обучаемые, волею судеб оказавшиеся в ненужном месте и в ненужное время (например иностранные студенты, не имеющие ни академических задолженностей, ни иных ограничений, но не имеющие возможности выехать из страны в связи с ограничениями и т.п.). В этом случае электронное обучение — единственный вариант. И альтернатив тут нет. Но не стоит рассматривать такой вариант как единственно возможный. Это не самый удобный и эффективный инструмент для реализации учебного процесса. Он позволяет реализовать его, когда других возможностей нет. Но заменять им традиционный учебный процесс нет смысла. Тем более, что если грамотно совместить оба варианта учебного процесса, то такой комплексный подход, без сомнения, позволит обеспечить требуемый уровень эффективности обучения. Если рассматривать использование систем LMS как еще один инструмент в руках преподавателя-предметника, то да, можно добиться большего уровня понимания знаний обучаемыми. Но рассматривать его как единственно возможный — категорически нет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Learning Management Systems. Системы дистанционного обучения [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Системы_дистанционного_обучения?cache=no&ptype=system#ttor Дата обращения 01.03.2021 г.
2. Федеральный закон от 29.12.2012 N273-ФЗ (ред. от 17.02.2021) «Об образовании в Российской Федерации» Статья 16. Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/9ab9b85e5291f25d6986b5301ab79c23f0055ca4/ Дата обращения 01.03.2021 г.
3. Большой обзор LMS-систем: виды, поставщики и реальный кейс внедрения [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://vc.ru/education/218817-bolshoy-obzor-lms-sistem-vidy-postavshchiki-i-realnyy-keys-vnedreniya>
4. Выбираем LMS. Обзор платформ для дистанционного обучения [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://vc.ru/education/163205-vybiraem-lms-obzor-platform-dlya-distantsionnogo-obucheniya>
5. Лучшие образовательные платформы для дистанционного обучения [Электронный ресурс] Режим доступа: https://zachnik.ru/blog/luchshie-obrazovatelnye-platformy-dlja-distantsionnogo-obucheniya/?__cf_chl_jschl_tk__=b*
6. Применение современных инновационных технологий обучения в военных образовательных заведениях в условиях реформирования системы образования Мошкин А.С., Гудков Б.Н. Вооружение и экономика. 2010. № 2 (10). С. 139–145.

© Демидов Лев Николаевич (ldemidov@fa.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ БЫСТРОГО ДОСТУПА К ДАННЫМ

DEVELOPMENT OF A STORAGE SYSTEM USING QUICK DATA ACCESS METHODS

**N. Ermakov
S. Molodyakov**

Summary. This paper discusses the issue of building applications that provide acceleration of data access. A method for caching database queries is proposed, which requires preliminary analysis of the query. The developed data storage system is described. The system differs from the known ones in that it simultaneously uses a database, caching, file storage system and a search engine. The results of testing the caching efficiency are presented.

Keywords: database, file system, caching, search engine, application server.

Ермаков Николай Вадимович

Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
kolyaermakov@yandex.ru

Молодяков Сергей Александрович

Д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
samolodyakov@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается вопрос построения приложений, которые обеспечивают ускорение доступа к данным. Предложен метод кэширования запросов к базе данных, который предусматривает предварительный анализ запроса. Описана разработанная система хранения данных. Система отличается от известных тем, что в ней одновременно используется база данных, кэширование, файловая система хранения данных и поисковый движок. Приведены результаты тестирования эффективности кэширования.

Ключевые слова: база данных, файловая система, кэширование, поисковый движок, сервер приложений.

Введение

Во многих областях собирается большое количество данных. Например, машинное обучение в основном хорошо работает только когда у нас есть большие массивы данных [1]. Однако рост данных ставит новые вопросы и задачи перед парадигмой управления данными [2]. Поскольку увеличилось количество данных, процесс управления данными также должен измениться.

Система хранения данных должна хранить большое количество информации, сохранять её при любых обстоятельствах, предоставлять к ней постоянный доступ и не терять данные. Важными параметрами системы являются безопасность, отказоустойчивость [3] и производительность.

Работать с большим количеством данных нелегко. Необходимо найти место для хранения вновь собранных данных. Однако расширение емкости системы хранения данных — не единственная проблема. Огромный

рост данных и хранилищ сопровождается сложностями при управлении большим архивом данных. По мере роста архива становится все труднее находить, какие элементы данных необходимы, переносить данные из одной технологии в другую, реорганизовывать при изменении данных и целей, а также устранять сбои оборудования. Другими словами, сложность проблемы растет в геометрической прогрессии [4].

Другая проблема заключается в том, что данные не являются статичными, они часто меняются. Если данные редко читаются, то простое расширение емкости системы хранения имеет смысл. Однако в часто это не так. Данные бесполезны без совместного использования, анализа и обработки для подтверждения новой гипотезы или оценки новых алгоритмов. Если все данные хранятся в одном месте и доступны для всех, то попытки большого количества людей одновременно получить доступ к традиционной системе хранения могут приводить к отказу системы. Система хранения может стать узким местом, которое замедляет всех. Быстрое решение заключается в репликации и хране-

нии данных в нескольких местах, что повышает доступность для пользователей. Однако хранение нескольких копий одних и тех же данных увеличивает сложность системы хранения. Необходимо отслеживать местоположение каждой реплики и обновлять каждую копию при внесении изменений.

Данные обычно содержат связанные метаданные, которые описывают различные атрибуты данных [5, 6]. Они обычно включают в себя традиционные метаданные файловой системы, такие как размер файла, права доступа, время создания, а также информацию более высокого уровня, такую как данные измерений или используемых инструментов, информацию об изучаемых предметах или объектах и другие специфичные для предметной области знания, которые исследователи считают полезными. Проблема возникает, когда у вас есть не десятки или сотни, а десятки тысяч и миллионы объектов данных. Вы хотите иметь возможность хранить и обмениваться данными с вашими коллегами. Вы хотите запросить данные с определенными ограничениями на метаданные. Однако по мере того, как данные растут, задача поиска правильного набора данных становится все труднее. Если набор данных становится слишком большим, невозможно выполнить поиск необходимых данных путем сканирования всего хранилища. Очевидно, что существует потребность в системе хранения, которая поддерживает хранение метаданных и поиск по ним. Система должна не только уметь хранить много данных, но и быстро искать по ним.

Типовым подходом в решении данной задачи является распараллеливание метаданных, расположение на разных серверах [7, 8]. Недостатками такого подхода являются задержки в сетях коммуникации, необходимость поддержания работоспособности большого количества серверов и контролирования доступа к каждому серверу, что приводит к дополнительным потерям скорости и вызывает дополнительные сложности в администрировании, что приводит к уменьшению экономической эффективности.

Две канонические модели для хранения данных — файловая система и база данных — не очень подходят для долгосрочного хранения данных. Реляционная база данных хорошо подходит для запросов поиска и сортировки, но она не оптимизирована для хранения больших двоичных объектов. С другой стороны, файловая система хорошо подходит для простого размещения больших двоичных объектов по мере их создания. Тем не менее, по мере того как файловая система становится больше, сортировка и поиск данных выполняются менее эффективно. По мере роста количества данных файловая система не может удовлетворить все потреб-

ности. Таким образом, в файловых системах отсутствуют возможности, необходимые для эффективного поиска по данным.

Данные также могут храниться в поисковом движке. В поисковом движке часто отсутствует поддержка транзакций, а данные хранятся в денормализованном виде. Денормализация повышает производительность извлечения (поскольку не требуется объединять данных из разных таблиц), использует больше места (поскольку некоторые данные должны храниться несколько раз), но затрудняет поддержание согласованности и актуальности (так как любое изменение должно применяться ко всем экземплярам). Тем не менее, поисковый движок отлично подходит для данных, которые записали один раз и затем много читают. Примеры поисковых движков — Elasticsearch и Solr, которые основаны на Lucene [8].

Для ускорения поиска данных в базах данных и поисковых движках используются индексы. Индексирование увеличивает время добавления или изменения, поскольку при этом приходится обновлять сами индексы, но существенно сокращает время поиска. Базы данных используют индекс на основе B-дерева, поисковые движки в основном используют инвертированный индекс [10].

Кэширование также является одним из способов ускорить поиск данных. При кэшировании часто запрашиваемые данные помещаются в более быструю, но меньшую по объему память. Для определения оптимальных параметров кэширования может применяться моделирование [11].

Существуют системы хранения данных, в которых используется несколько технологий. Например, данные могут храниться одновременно в базе данных и поисковом движке. Существуют также системы хранения данных, состоящие из базы данных и файловой системы.

Ниже будет рассмотрено как применение методов кэширования при работе с данными, так и использование файловых систем и поисковых движков. Ожидается, что время доступа к данным в основном уменьшится из-за кэширования результатов запросов к базе данным.

Вклад этой статьи заключается в следующем: 1) дизайн системы хранения данных с многопользовательским доступом, который использует разные технологии для разных типов данных. 2) разработанный метод кэширования запросов к базе данных, который требует декомпозицию запроса.

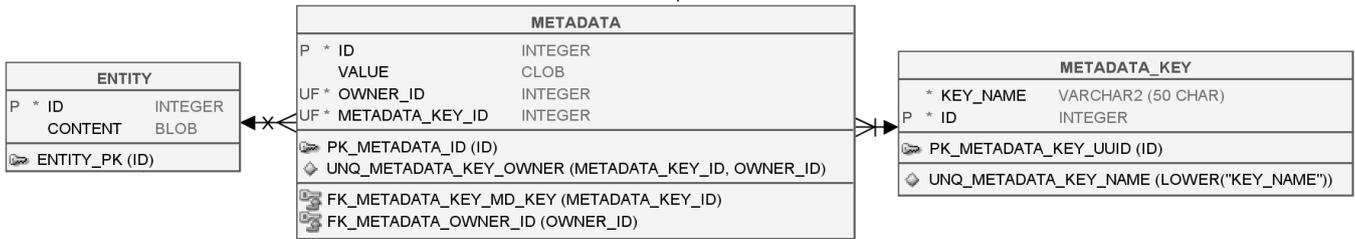


Рис. 1. ER диаграмма метаданных

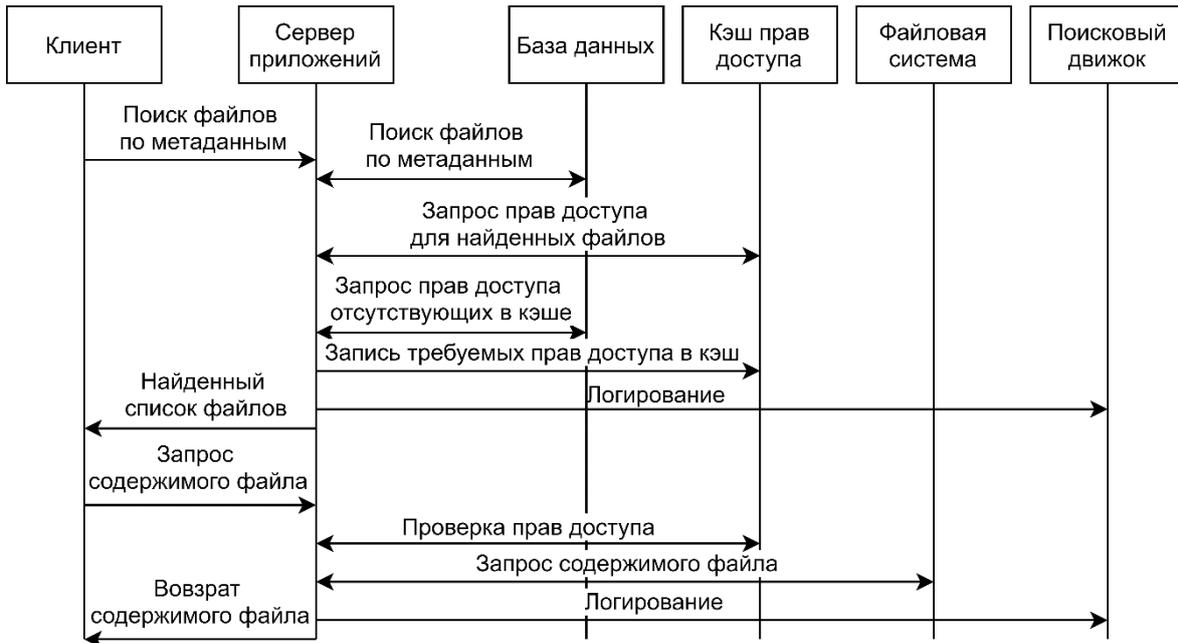


Рис. 2. Диаграмма работы системы при поиске по метаданным

Разработанная система хранения данных

- Особенности разработанной системы:
1. Можно задать права доступа для каждого пользователя и для каждого файла и папки. Права доступа могут помещаться в кэш.
 2. Каждый файл и каждая папка могут иметь пользовательские метаданные. Система позволяет осуществлять произвольный поиск файлов и папок по их метаданным.
 3. Используется поисковый движок для быстрого поиска по событиям, произошедшим в системе.

Система хранения состоит из файловой системы, реляционной базы данных, распределенного кэша с правами доступа, готовой распределенной поисковой системы для хранения журналов активности, специального приложения, которое взаимодействует со всеми соответствующими компонентами. В базе данных хранятся метаданные файлов (например, размер, кем

и когда создан и изменен, имя, путь, другие пользовательские метаданные). Возможно использовать произвольные ключи для хранения метаданных. Имя ключа хранится в таблице Metadata_key, а значение хранится в таблице Metadata (рисунок 1). У одного ключа может быть несколько значений.

На каждый файл каждому пользователю или группе пользователей могут быть выданы права на чтение, запись и удаление. Права доступа часто запрашиваются и редко меняются, поэтому может быть использован кэш. Если клиент посылает запрос на обновление кэшированных данных, то сервер приложений обновляет их и в кэше, и в базе данных. Все произошедшие в системе события (создание, изменение, удаление файлов или метаданных) записываются в поисковый движок Elasticsearch.

Клиент запрашивает у сервера приложений некоторую информацию (метаданные, файлы или произошедшие события), а сервер приложений обращается

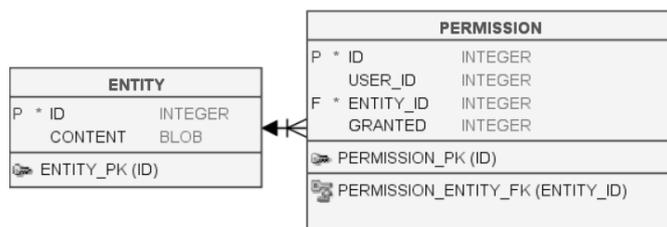


Рис. 3. Пример ER диаграммы базы данных № 1.

к нужным подсистемам для выдачи нужного результата. На рисунке 2 приведена диаграмма работы системы, когда пользователь хочет найти файлы по метаданным.

Приложение было написано на языке Java с использованием фреймворка Spring. В качестве сервера приложений использовался Apache Tomcat. Был выбран кэш ehCache, так как его удобно использовать вместе со Spring. Hibernate и Spring Data использовались для доступа к базе данных. Для доступа к Elasticsearch использовался JEST Client.

Использовалась база данных Oracle. Клиенты обращаются к приложению по HTTP протоколу (REST API). Несколько клиентов могут одновременно посылать запросы к системе. Мы используем транзакции для параллельного выполнения запросов в базе данных. Настройки кэша описываются в xml формате. Можно указать время жизни кэшированных данных или что данные не удаляются по времени, максимальное количество данных в памяти, хранить ли данные на диске, политику удаления данных при нехватке памяти (может быть LRU — least recently used, LFU — least frequently used, FIFO — first in first out, the oldest element by creation time).

```

<cache name="cachename"
  eternal="true"
  maxElementsInMemory="500000"
  overflowToDisk="false"
  diskPersistent="false"
  memoryStoreEvictionPolicy="LFU"/>
    
```

Java метод, который запрашивает права доступа для заданного пользователя и сущности, аннотирован аннотацией @Cacheable. Разрешения запрашиваются из кэша, если они там есть. Если разрешения отсутствуют в кэше, то они запрашиваются из базы, после чего автоматически кладутся в кэш. Хеш код входных параметров метода (userId и entityId) является ключом в кэше. Выходной параметр метода (granted) является значением. Аннотации @CacheEvict и @CachePut используются для очищения и обновления кэша. Сущности фильтруются с помощью аспектно-ориентированного программирования после чтения из базы. Уже упомянутый ме-

тод с аннотацией @Cacheable вызывается для каждой полученной сущности.

Метод кэширования запросов

Запросы часто выбирают данные на основе нескольких таблиц базы данных. В данной статье рассмотрим схему, при которой кэшируются не все таблицы, участвующие в запросе. Эта схема может применяться, если некоторые таблицы базы данных не могут быть кэшированы, так как, например, эти данные часто меняются или требуют много памяти.

Запрос в базу разбивается на два запроса. Первый запрос не обращается к кэшированным таблицам, а второй выполняется, только если результат отсутствует в кэше. Также должна быть добавлена обработка полученных данных на уровне сервера приложений. Рассмотрим на примере (рисунок 3). Похожий запрос может выполняться в разработанной системе.

Пусть в базе данных хранятся некоторые сущности (таблица Entity) и на каждую сущность проставлены права доступа для каждого пользователя (таблица Permission). Пусть таблица Entity не может быть кэширована. Права доступа на сущность могут быть помещены в кэш.

Допустим, мы хотим выбрать все сущности, на которые есть права у заданного пользователя. Пусть поле granted равно 1, если права есть. Запрос будет выглядеть следующим образом:

```

SELECT DISTINCT e.* FROM entity e
JOIN permission p ON e.id = p.entity_id
WHERE p.user_id =: userId AND granted = 1;
    
```

Будем хранить все права доступа в кэше по составному ключу из полей user_id и entity_id, значением будет поле granted. Для заполнения кэша будем использовать запрос **SELECT * FROM permission WHERE user_id =: userId AND entity_id =: entityId**. Получать из базы все сущности можно с помощью запроса **SELECT * FROM entity**. Из полученных сущностей не-

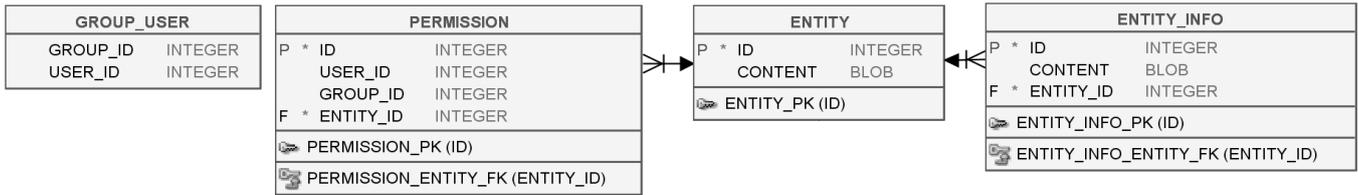


Рис. 4. Пример ER диаграммы базы данных № 2.

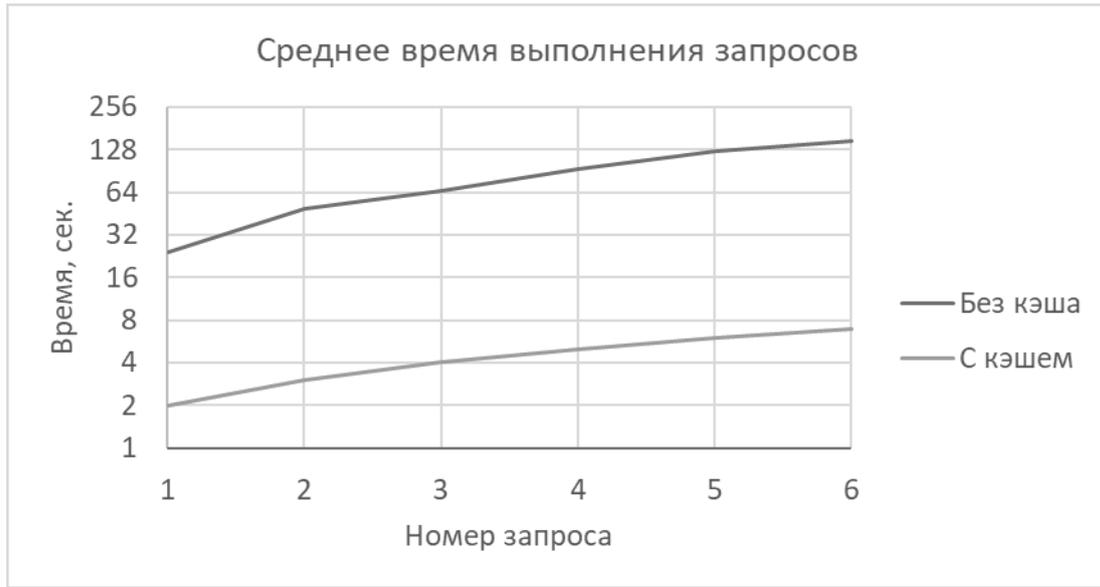


Рис. 5. Время выполнения запросов

обходимо оставить только те, на которые у данного пользователя есть права. Мы можем это сделать, используя кэш.

Рассмотрим другой пример (рисунок 4). По сравнению с предыдущим примером добавились группы (таблица Group_user) и дополнительная информация о сущности (таблица Entity_info). Если группе даны права на сущность, то пользователи, состоящие в этой группе, имеют права на сущность. Таблицы Entity_info и Entity не кэшируются, таблицы Permission и Group_user кэшируются. Запрос будет выглядеть следующим образом:

```

SELECT DISTINCT e.* FROM entity e
JOIN permission p ON e.id = p.entity_id
JOIN entity_info ei ON e.id = ei.entity_id
JOIN group_user gu ON p.group_id = gu.group_id
WHERE (p.user_id =: userId OR gu.user_id =: userId)
AND granted = 1;
    
```

Необходимо разбить этот запрос на два. Первый запрос будет каждый раз обращаться в базу:

```

SELECT * FROM entity e
JOIN entity_info ei ON e.id = ei.entity_id
    
```

Результаты второго запроса будут класться в кэш:

```

SELECT * FROM permission p
JOIN group_user gu ON p.group_id = gu.group_id
WHERE (p.user_id =: userId OR gu.user_id =: userId)
AND p.entity_id =: entityId
    
```

Затем происходит фильтрация полученных сущностей с использованием кэша.

Если в кэшированных таблицах происходят изменения, то необходимо очищать, либо обновлять кэш.

Тестирование эффективности кэширования

Система хранения данных была развернута для тестирования на локальном компьютере с HDD. На рисунке 5 приведено среднее время выполнения нескольких запросов без кэширования и с кэшированием.

Запросы осуществляют сложные поиски по метаданным. Все запросы разные, но имеют общую часть — фильтрацию на основе прав доступа. Таблица в базе данных с правами доступа содержит около 5 миллионов записей для 130 тысяч сущностей и 100 пользователей. Размер базы данных — около 5 Гб. Запросы возвращают 100–1000 сущностей. Видно, что кэширование существенно сокращает время выполнения запросов. Ниже приведен SQL запрос № 6 из таблицы без кэширования:

```
SELECT DISTINCT e3.* FROM entity e1
LEFT JOIN metadata m1 ON e1.id=m1.owner_id
LEFT JOIN metadata_key mk1 ON m1.metadata_key_
id=mk1.id
CROSS JOIN entity e2
LEFT JOIN metadata m2 ON e2.id=m2.owner_id
LEFT JOIN metadata_key mk2 ON m2.metadata_key_
id=mk2.id
CROSS JOIN entity e3
LEFT JOIN metadata m3 ON e3.id=m3.owner_id
LEFT JOIN metadata_key mk3 ON m3.metadata_key_
id=mk3.id
LEFT JOIN permission p ON p.entity_id = e3.id
LEFT JOIN group_user gu ON p.group_id = gu.group_id
WHERE
p.granted = 1 AND (p.user_id = 'user' OR gu.user_id =
'user') AND
mk3.key_name='k3' AND LOWER(m3.value) LIKE 'v31'
AND mk2.key_name='k2'
AND (LOWER(m2.value) LIKE 'v21' OR LOWER(m2.
value) LIKE 'v22'
OR LOWER(m2.value) LIKE 'v23' OR LOWER(m2.value)
LIKE 'v24'
OR LOWER(m2.value) LIKE 'v25' OR LOWER(m2.value)
LIKE 'v26')
AND (e1.id NOT IN
(SELECT e4.id FROM entity e4
INNER join metadata m4 ON e4.id=m4.owner_id
INNER join metadata_key mk4 ON m4.metadata_key_
id=mk4.id
```

```
WHERE mk4.key_name='k1')
OR mk1.key_name='k1' AND LOWER(m1.value) LIKE
'v1')
AND e1.id=e2.id AND e2.id=e3.id;
```

При наличии кэширования в этом запросе отсутствуют два оператора join с таблицами Permission и Group_user и условие в операторе where, проверяющее права доступа. Права доступа находятся в кэше и при необходимости загружаются из базы. Этот запрос осуществляет поиск по 6 значениям v21, ..., v26 у ключа k2. В запросах № 1–5 поиск идет соответственно по 1–5 значениям.

Заключение

Была разработана система хранения данных, которая умеет эффективно хранить данные в зависимости от их особенностей. Для этого необходимо применять различные технологии. Неструктурированные данные хранятся в файловой системе, структурированные — в базе данных, не меняющиеся — в поисковом движке, а часто запрашиваемые данные кэшируются.

Была предложена схема кэширования, при которой кэшируется часть таблиц, участвующих в запросе. Запрос в базу упрощается, не нужно делать трудоемкие операции JOIN с кэшированными таблицами. К сожалению, в этом случае из базы передаются лишние данные, которые затем будут отфильтрованы с использованием кэша. Таким образом, возрастает нагрузка на сервер приложений и увеличивается количество передаваемых данных между базой и сервером приложений. Нагрузка на базу данных, как правило, уменьшается. Это обычно и требуется, так как нагрузка на реляционную базу данных плохо распараллеливается. Эффективность предложенной схемы кэширования зависит от данных, частоты обновления кэша, характеристик серверов и сети. В некоторых случаях производительность может ухудшиться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Монастырев В. В., Молодяков С.А. Применение методов машинного обучения для анализа интересов пользователей // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. 2021. № 01. С. 97–101.
2. Big data: From beginning to future / Yaqoob I. [и др.] // International Journal of Information Management. 2016. Т. 36, № 6. С. 1231–1247.
3. Development of tools for improving the data storage systems reliability as a part of digital transformation strategy / Bolsunovskaya M.V. [и др.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2020. Т. 940.
4. Big Data technologies: A survey / Oussous A. [и др.] // Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences. 2018. Т. 30, № . 4. С. 431–448.
5. Metadata management for scientific databases / Pinoli P. [и др.] // Information Systems. 2019. Т. 81. С. 1–20.
6. Thomson A., Abadi D.J. Calvins: Consistent WAN replication and scalable metadata management for distributed file systems // 13th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST 15). 2015. С. 1–14.
7. Hopsfs: Scaling hierarchical file system metadata using newsql databases / Niazi S. [и др.] // 15th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST 17). 2017. С. 89–104.

8. IndexFS: Scaling file system metadata performance with stateless caching and bulk insertion / Ren K. [и др.] // SC'14: Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis. IEEE, 2014. С. 237–248.
9. Berryman J., Turnbull D. Relevant search: with applications for Solr and Elasticsearch. Simon and Schuster, 2016.
10. Performance evaluation of inverted files, B-Tree and B+ Tree indexing algorithm on Malay text / Rosnan S. [и др.] // 2019 4th International Conference and Workshops on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE). IEEE, 2019. С. 1–6.
11. Ermakov N. V., Molodyakov S.A. A caching model for a quick file access system // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2021. Т. 1864. № . 1.

© Ермаков Николай Вадимович (kolyaermakov@yandex.ru), Молодяков Сергей Александрович (samolodyakov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

ПОСТРОЕНИЕ ОБЪЕКТНОЙ МОДЕЛИ ЭТАЛОННОГО ТЕКСТОВОГО ДОКУМЕНТА ДЛЯ СЕРВИСА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО НОРМОКОНТРОЛЯ

CREATION THE OBJECT MODEL OF THE TEXT BENCHMARK DOCUMENT FOR AUTOMATION THE NORM RULE CHECKING SERVICE

**E. Kobets
N. Nasyrov
P. Tartynskikh
N. Gorlushkina**

Summary. The scientific paper describes the development of the object model of the benchmark document for the norm rule checking service. An approach is presented of feature highlighting of execution of text documents elements from standards. In the research results have been highlighted and classified basic structural elements and their constituent sub-elements. These elements formed the basis for the creation of the object model of the text benchmark document.

The results of the implementation of the object model were used in the process of forming a dataset for machine learning algorithms for the classifying of structural elements. Based on the achieved classification results the further verification in progress of elements is carried out according to the requirements of a particular class.

The model allows to prepare rules for automation search of errors in the execution of text documents. The model helps to implement the software realization of this search.

Keywords: object model, automation, norm rule checking, benchmark document, formalization errors, execution of text documents, standards, unification.

Кобец Елизавета Александровна

*Ведущий инженер, аспирант, Университет ИТМО
(Санкт-Петербург)
www.kobets@yandex.com*

Насыров Наиль Фаизович

*Ассистент, аспирант, Университет ИТМО (Санкт-Петербург)
pasdel@mail.ru*

Тартынский Петр Сергеевич

*Инженер, Университет ИТМО (Санкт-Петербург)
tartynskikh.ps@yandex.ru*

Горлушкина Наталия Николаевна

*К.т.н., с.н.с., доцент, Университет ИТМО (Санкт-Петербург)
nagor.spb@mail.ru*

Аннотация. В статье описывается разработка объектной модели эталонного документа для сервиса автоматизированного нормоконтроля. Представлен подход выделения признаков оформления элементов текстовых документов из стандартов. В результате анализа были выделены и классифицированы базовые структурные элементы (классы) и составляющие их подэлементы. Эти элементы легли в основу создания объектной модели эталонного текстового документа. Результаты реализации объектной модели были использованы в процессе формирования датасета для алгоритмов машинного обучения классификации структурных элементов. На основании полученных результатов классификации выполняется дальнейшая проверка элементов по требованиям отдельного класса.

Модель позволяет подготовить правила для автоматизированного поиска ошибок оформления текстовых документов. Модель помогает осуществить программную реализацию этого поиска.

Ключевые слова: объектная модель, автоматизация, нормоконтроль, эталонный документ, ошибки оформления, оформление текстовых документов, стандарты, унификация.

Введение

Разработка объектной модели представляет собой творческий процесс, который слабо формализуется. Однако, без разработки такой модели сложно создать оптимальную структуру будущей системы. Поэтому объектной модели, описывающей совокупность объектов и их взаимодействие в системе, уделяется большое внимание [1,2]. Целью представляемого исследования является разработка объектной модели

эталонного документа для сервиса автоматизированного нормоконтроля, которая позволит расширять функции сервиса, унифицировать объекты, повышать точность проверки требований оформления.

Под эталонным текстовым документом понимается используемая в рамках сервиса абстрактная модель, которая инкапсулирует эталонные значения свойств (или диапазоны этих значений) документа, согласно тем или иным требованиям.

Таблица 1. Формализация требований по тексту ГОСТов

Элемент	Правила для разработчика		Вывод
	ГОСТ 7.32–2017	ГОСТ Р 7.0.11–2011	Сходства / Отличия
1. Поля, колонтитулы	п.6.1.1 <...> Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое — 30 мм, правое — 15 мм, верхнее и нижнее — 20 мм. <...>	п.5.3.7 <...> Страницы диссертации должны иметь следующие поля: левое — 25 мм, правое — 10 мм, верхнее — 20 мм, нижнее — 20 мм. <...>	Сходства: в оформлении нижнего поля, в оформлении верхнего поля, Отличия: в оформлении левого поля, в оформлении правого поля. в размере абзацного отступа.
2. Абзацный отступ	п.6.1.1 <...> Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту отчета и равен 1,25 см. <...>	п.5.3.7 <...> Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту и равен пяти знакам. <...>	
...

В статье описывается подход выделения признаков оформления элементов текстовых документов. Объектная модель, рассматриваемая в статье, создается для инструмента “Сервис автоматизированного нормоконтроля документов и обучения оформлению документации” [3,4] (в дальнейшем Сервис). Проектирование такого Сервиса — задача нетривиальная и требует креативного ассоциативного мышления. При решении этой задачи использовались методы анализа, классификации, машинного обучения, что позволило создать инструмент для корректного оформления текстов, таких как выпускные квалификационные работы. Но разнообразие текстовых документов и требований к их оформлению имеет широкий спектр, поэтому необходимо создание инструмента с универсальным алгоритмом, который позволит добавлять/расширять функциональные возможности при увеличении количества нормативных документов, по которым проверяется оформление. Алгоритм формализации требований к оформлению документов для Сервиса был описан в работе [5].

Разработка объектной модели эталонного текстового документа предполагает формализацию требований оформления текстов по ГОСТам и стандартам. Именно для изучения возможностей использования требований, зафиксированных в различных стандартах и нормативных документах, проводится анализ нескольких ГОСТов.

Объектная модель эталонного текстового документа будет служить основой подготовки правил разработчикам для последующей реализации автоматизированного поиска ошибок оформления в текстах работ.

Основная часть

Изучение ГОСТов

Для изучения и сравнения были выбраны ГОСТ 7.32–2017 [6] и ГОСТ Р 7.0.11–2011 [7], потому что именно в них фиксируются основные требования к оформлению научных текстов (отчетов, выпускных квалификационных работ, диссертаций и авторефератов диссертаций). В процессе исследования было выявлено:

1. В ГОСТ 7.32–2017:
 1. Описываются требования к документу, который содержит систематизированные данные о научно-исследовательской работе, состояние научно-технической проблемы, процесс, результаты научно-технического исследования.
 2. Дается описание по структуре и правилам оформления соответствующих текстовых документов.
 3. Приводятся требования (разделы 5 и 6) к оформлению отдельных элементов документа, а также общие требования к оформлению документов.
 4. В ГОСТ Р 7.0.11–2011:

Полный состав документа может различаться по способу представления работы:

- a) диссертация в виде рукописи (раздел 4, 5),
- b) диссертация в виде научного доклада (раздел 6, 7),
- c) автореферат диссертации (раздел 8, 9).

В ходе анализа было выявлено, что ряд типичных элементов текстов отчетов и диссертаций имеют как сходства, так и различия в требованиях к оформлению.

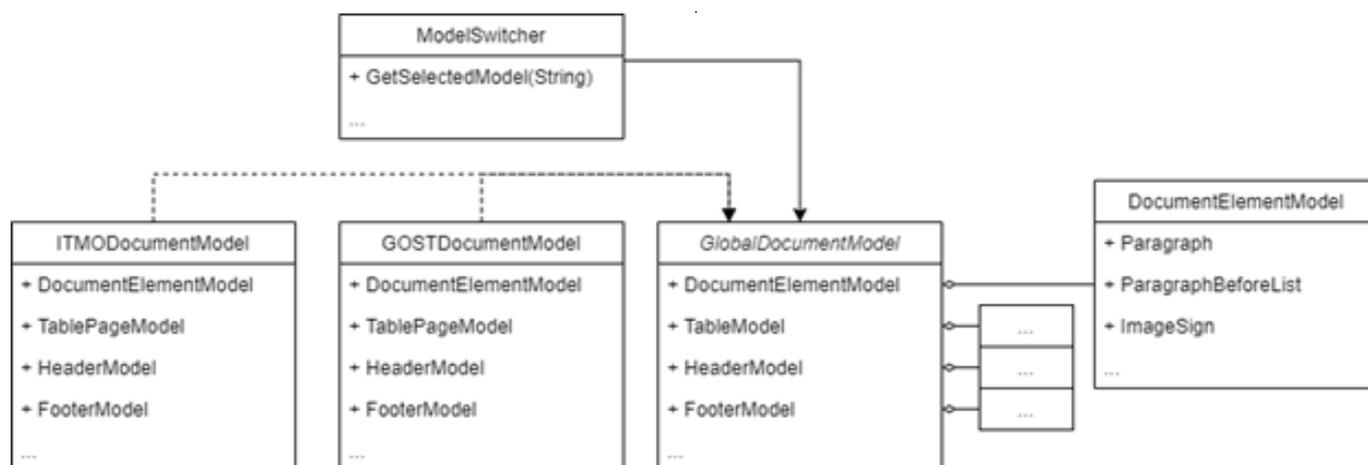


Рис. 1. Диаграмма классов (модель документа)

Например, для заголовков в обоих ГОСТах идентичными являются требования к заголовкам относительно:

- ◆ расположения на странице: посередине страницы и без точки на конце (ГОСТ 7.32–2017 п. 6.2, ГОСТ 7.0.11–2011 п. 5.3.5),
- ◆ переносов слов, которые — не допускаются (ГОСТ 7.32–2017 п. 6.2.4, ГОСТ 7.0.11–2011 п. 5.3.5),
- ◆ отточия, которым соединяется последнее слово заголовка и соответствующие ему номера страниц — в оглавлении (ГОСТ 7.32–2017 п. 5.4.1, ГОСТ 7.0.11–2011 п. 5.2.3),
- ◆ записи приложений и их перечисления: с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце (ГОСТ 7.32–2017 п. 6.17.3, ГОСТ 7.0.11–2011 п. 5.7.4).

В то же время существуют отличия в требованиях оформления заголовков. В частности:

- ◆ заголовки разделов и подразделов основной части отчета следует начинать с абзацного отступа и размещать после порядкового номера, печатать с прописной буквы, полужирным шрифтом, не подчеркивая, без точки в конце (ГОСТ 7.32–2017 п. 6.2.3).

В результате анализа были выделены и классифицированы базовые структурные элементы (классы) и составляющие их подэлементы в количестве 57 единиц для последующей автоматизированной проверки. Отобранные классы с одной стороны стали основой для алгоритмов машинного обучения (классификация каждого из отдельных структурных элементов внутри документа), а с другой стороны — идентификаторами для проверки оформления.

Таким образом, была изучена структура ГОСТов, разделы и пункты, связанные с правилами оформления тек-

стовых документов и выделены базовые структурные элементы (классы) без составляющих их подэлементов: поля, колонтитулы, отступы, нумерация страниц, нумерация разделов, оглавление, заголовок, перечисления (список), таблица, подпись таблицы, рисунок, подпись рисунка, формула, подпись формулы, приложения, список литературы, разделитель “SPACE”, элемент листинга.

Архитектура сервиса

В рамках проектирования Сервиса, его работа была распределена на несколько модулей. Модуль для взаимодействия с документами в этой системе занимает одно из ключевых мест. Более подробное описание архитектуры Сервиса и процесс его работы представлено в статье [8].

После анализа ошибок оформления и инструментов для работы с docx файлами, стало очевидно, что функцию проверки оформления документа можно разделить на функции проверки отдельных его аспектов. Так, например, были выделены: форматирование абзацев, оформление титульного листа, колонтитулов, содержания, списка литературы, таблиц, рисунков и т.д. Эти процессы являются независимыми друг от друга, и, следовательно, могут выполняться параллельно. Каждый из аспектов содержит набор свойств, имеющих эталонные значения для соответствующих требований оформления. Таким образом, необходимо было перейти к проектированию объектной модели эталонного документа на уровне работы модуля.

Объектная модель

По требованиям к сервису функции проверки должны поддерживать выбор различных требований оформления. Для этого была предложена модель эта-

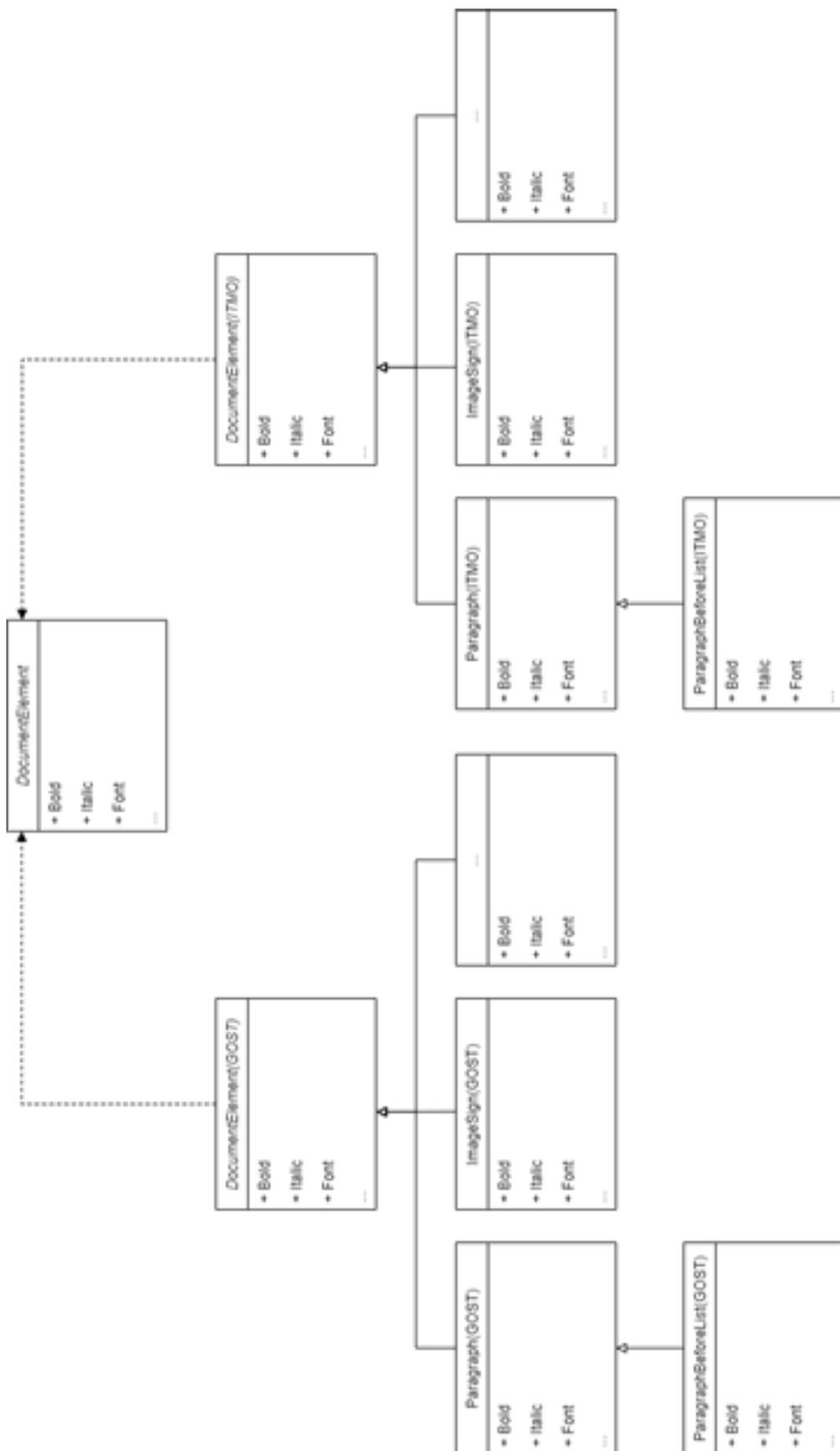


Рис. 2. Диаграмма классов (элементы документа)

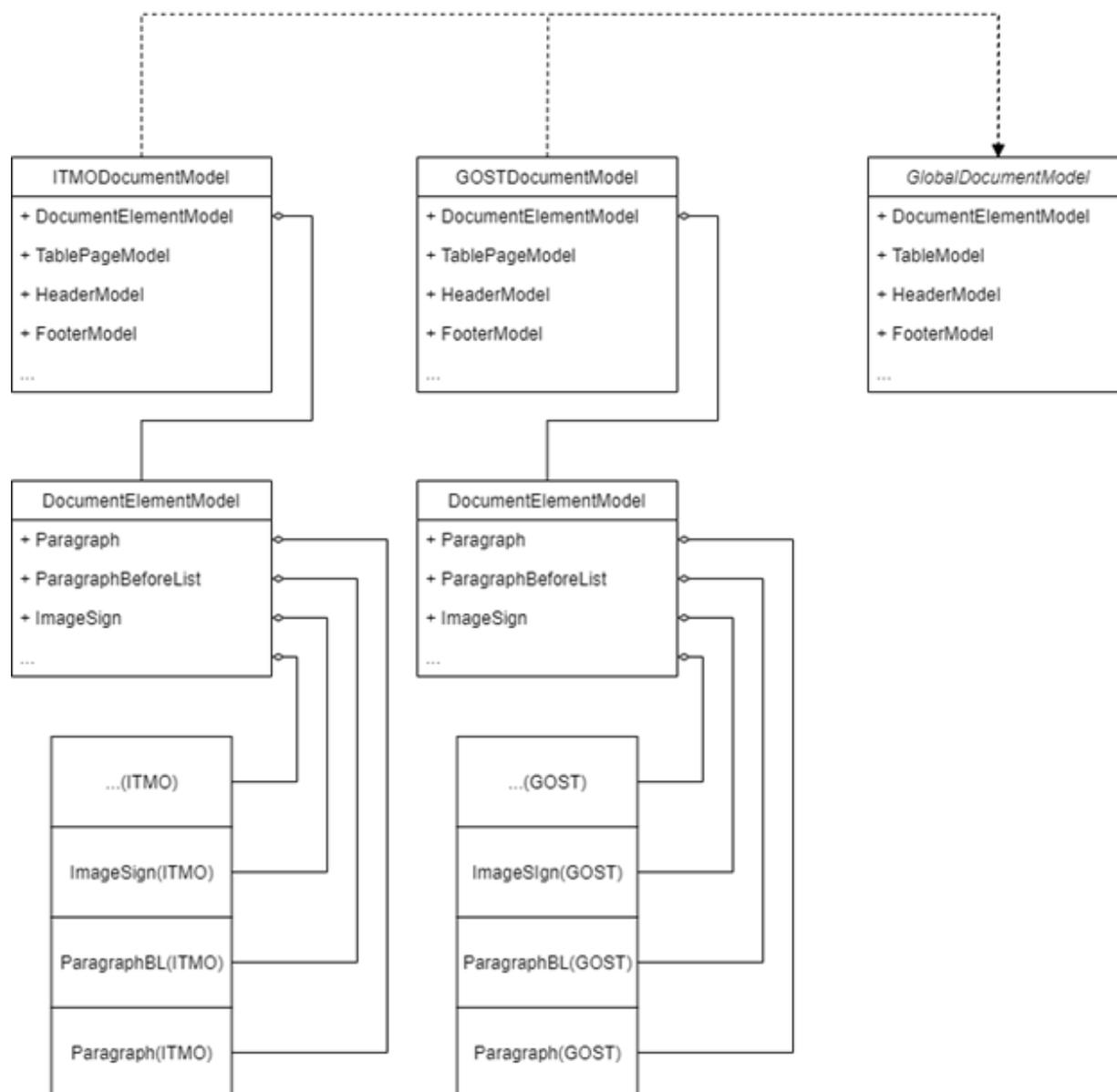


Рис. 3. Диаграмма классов (модели для требований)

лонного документа, которая должна использоваться при разработке модуля.

Для определения корректных значений (или диапазонов значений) свойств для классов необходимо было проанализировать, как было показано выше, требования оформления по ГОСТ 7.32–2017 и ГОСТ Р 7.0.11–2011, и возможности разработчиков при работе с документом на уровне кода.

В качестве основного инструмента для взаимодействия с docx файлами был взят API, предоставляемой библиотекой GemBox.Document. Более подробное обоснование этого выбора можно прочитать в исследовании [9].

На рисунке 1 изображена диаграмма классов, которая определяет общую структуру модели документа. Рассмотрим ее более подробно.

Абстрактный класс GlobalDocumentModel определяет несколько полей, олицетворяющих отдельные аспекты документа. Так, можно выделить модель форматирования абзацев, модель форматирования таблиц, модель форматирования списка литературы и др. В свою очередь существуют не абстрактные классы, которые являются конкретными реализациями модели документа для соответствующих требований. На схеме (рисунок 1) они обозначены GOSTDocumentModel и ITMODocumentModel.

Таблица 2. Значения свойств классов объектной модели документа по ГОСТ Р 7.0.11–2011

Класс	Базовый элемент	Обычный абзац	Абзац перед списком	Абзац перед формулой	Заголовок первого уровня
		c1	c2	c3	b1
Свойства ParagraphFormat					
Alignment	HorizontalAlignment.Justify				HorizontalAlignment.Center
BackgroundColor	Color.Empty, Color.White				
Border	BorderStyle.None				
KeepLinesTogether	false				
KeepWithNext	false	false	true	true	false
LeftIndentation	0				
LineSpacing	1,5				
LineSpacingRule	LineSpacingRule.Multiple				
MirrorIndents	false				
NoSpaceBetweenParagraphsOfSameStyle	false				
OutlineLevel	OutlineLevel.BodyText				OutlineLevel.Level1
PageBreakBefore	false				true
RightIndentation	0				
RightToLeft	false				
SpaceAfter	0				
SpaceBefore	0				
SpecialIndentationLeftBorder	-36,85				0
SpecialIndentationRightBorder	-35,45				0
WidowControl	true				
Свойства CharacterFormat для всего абзаца					
AllCaps	false				true
BackgroundColor	Color.Empty				
AlternativeBackgroundColor	Color.White				
Bold	false				true
Border	SingleBorder.None				

Объект ModelSwitcher находится на самом верхнем уровне и позволяет получить соответствующую реализацию наследника класса GlobalDocumentModel по текстовому обозначению правил в программе (например, «GOST» для выбора модели для ГОСТ 7.32–2017).

Модель форматирования абзацев определяет оформление для классов элементов документа таких как абзац, абзац после списка, подпись к рисунку и др. Все эти классы элементов являются дочерними классами от базовых классов для соответствующих стандартов (на схеме обозначены DocumentElement(GOST) и DocumentElement(ITMO)), которые в свою очередь являются дочерними классами от DocumentElement (рисунок 2). В нем определены общие для всех классов элементов свойства (шрифт, начертание, выравнивание и др.). Такая иерархия позволяет создавать независимые объектные модели для различных стандартов с отдельными функциями проверки специфичных для них свойств.

В свою очередь наследники класса GlobalDocumentModel ссылаются на соответствующие для требований реализации этих классов, тем самым инкапсулируя все условия правильности оформления в одном объекте (рисунок 3).

Для реализации классов, изображенных на рисунке 2 в коде необходимо определить эталонные значения соответствующих свойств. Как уже было сказано ранее, этот процесс требовал анализа соответствующих ГОСТов и документации библиотеки GemBox.Document. Результат этого анализа был воплощен в виде электронных таблиц. Часть такой таблицы, представлена в таблице 2.

В первом столбце расположены свойства документа, с которыми может взаимодействовать библиотека GemBox.Document. После этого идут столбцы классов элементов. Значения свойств, которые не отличаются от базовых записаны в широких ячейках. В таблице представлены значения свойств для базового элемента

и классов s_1, s_2, s_3, b_1 . Всего было составлено две таблицы для ГОСТ 7.32–2017 и ГОСТ Р 7.0.11–2011. Каждая таблица имеет более 50 свойств.

На текущем этапе Сервис ориентирован и реализован для проверки форматирования абзацев текстового документа, это составляет 17 элементов из выделенных ранее 57, а остальные 40 элементов учтены в разработанной объектной модели, и могут быть добавлены и активированы в любое время по необходимости с целью проверки текстовых документов в рамках нормоконтроля, таким образом объектная модель может расширяться. Сервис разработан с учетом поддержки проверок других аспектов документа.

Заключение

В ходе исследования была изучена структура ГОСТов, их разделов и пунктов, связанных с правилами оформления текстовых документов и выделены базовые структурные элементы (классы). Проведенная

работа по подготовке правил для разработчиков позволяет осуществлять последующую реализацию автоматизированного поиска ошибок в тексте документов. При реализации объектной модели были выделены предикторы, необходимые для реализации алгоритмов машинного обучения для классификации структурных элементов, на основании которых выполняется дальнейшая проверка элементов по требованиям отдельного класса.

Таким образом, разработанная объектная модель позволяет:

- ♦ расширять функции сервиса, что было продемонстрировано на использовании нескольких ГОСТов,
- ♦ унифицировать объекты и общие требования в разных ГОСТах,
- ♦ повышать точность проверки требований оформления за счет возможности внедрения корпуса алгоритмов для автоматизированной проверки различных аспектов документа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивановский А.А. Объектная модель системы избирательного распространения информации. Научные и технические библиотеки. 2019;(4):61–75. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2019-4-61-75>
2. Ульянов В.Н., Каюров Н.К., Лукьянов Э.Е. Проблемы построения систем автоматизации. Объектная модель в системах управления // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности 2020 № 12 (569) Стр. 27–32
3. Berezkhov A.V., Nasyrov N.F., Valitova Y.O., Ivanov S.E., Gorlushkina N.N., Kobets E.A. Organizational models of student peer assessment // 1st International Conference on Computer Technology Innovations dedicated to the 100th anniversary of the Gorky House of Scientists of Russian Academy of Science (ICCTI-2020) — 2020, pp. 40–45
4. Насыров Н.Ф., Кобец Е.А., Горлушкина Н.Н. Автоматизированная генерация учебных подзадач на основе методики тегов и критериев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки — 2020. — № 3. — С. 102–107
5. Кобец Е.А., Насыров Н.Ф., Комаров М.С., Горлушкина Н.Н. Алгоритм формализации требований к оформлению документов для сервиса автоматизированного нормоконтроля // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки — 2021.
6. ГОСТ 7.32–2017 // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157208> (даты обращения 10.10.2019–01.06.2021)
7. ГОСТ Р 7.0.11–2011 // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200093432> (даты обращения 10.10.2019–01.06.2021)
8. Nasyrov N.F., Komarov M.S., Tartynskikh P.S., Gorlushkina N.N. Automated formatting verification technique of paperwork based on the gradient boosting on decision trees. // Procedia Computer Science Volume 178, 2020, Pages 365–374 9th International Young Scientists Conference in Computational Science, YSC2020; Virtual, Online; Greece; 7 September 2020 до 12 September 2020; Код 165573, 2020, pp. 365–374
9. Тартынских П.С., Комаров М.С., Насыров Н.Ф. Подходы к автоматизированному анализу оформления электронных документов формата docx // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. — СПб: Университет ИТМО, 2020. Электронное издание. — [2020, электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/4592>, своб. — 2020

© Кобец Елизавета Александровна (www.kobets@yandex.com), Насыров Наиль Фаизович (pasdel@mail.ru), Тартынских Петр Сергеевич (tartynskikh.ps@yandex.ru), Горлушкина Наталия Николаевна (nagor.spb@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Козак Евгений

Старший разработчик, Memery Crystal LLP, Лондон,

Англия

eugeniu.cozac@gmail.com

NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES — THE MAIN DEVELOPMENT TRENDS IN THE CONTEXT OF GLOBAL DIGITALIZATION

E. Cozac

Summary. Global digitalization is associated with the widespread introduction of artificial intelligence technologies based on artificial neural networks. Such networks reflect the behavior of the human brain, allowing computer programs to recognize patterns and solve various problems from image recognition to the search for diseases.

Neural networks are based on specially configured learning algorithms for specific tasks that allow classifying and clustering disparate data at a high speed, which allows neural networks to recognize speech, text or images in minutes. However, despite the already known advantages of neural networks, various studies are currently continuing, aimed both at optimizing the learning processes of neural networks, and at choosing the best neural network structure in accordance with the features and complexities of the problem proposed for a system equipped with artificial intelligence.

One of these research areas is the development of convolutional neural networks used for the purposes of computer vision technologies. The above-mentioned networks are able to create music and paintings, detect diseases and solve many other tasks that were previously considered exclusively anthropic — solvable only by humans. However, despite all the advantages of such networks, their possibilities are not unlimited, in addition, convolutional neural networks are quite vulnerable to various kinds of attacks, so research in the field of convolutional networks continues, and the topic of the development of such networks is one of the most relevant in the field of neural network technologies.

Keywords: neural networks, global digitalization, neural network technologies, convolutional neural networks, vulnerability of neural networks.

Аннотация. Глобальная цифровизация связана с повсеместным внедрением технологий искусственного интеллекта, основанного на искусственных нейронных сетях. Такие сети отражают поведение мозга человека, позволяя компьютерным программам распознавать закономерности и решать различные проблемы, начиная от распознавания изображений и заканчивая поиском болезней.

В основе работы нейронных сетей лежат специально настроенные на конкретные задачи алгоритмы обучения, которые могут классифицировать и кластеризовать разрозненные данные с высокой скоростью, что позволяет нейронным сетям распознавать речь, текст или изображений за минуты. Однако несмотря на уже известные преимущества нейронных сетей, в настоящий момент продолжают различные исследования, направленные как на оптимизацию процессов обучений нейронных сетей, так и на выбор наилучшей структуры нейронной сети в соответствии с особенностями и сложностями задачи, предлагаемой к решению для системы, снабженной искусственным интеллектом.

Одним из таких исследовательских направлений является развитие свёрточных нейронных сетей, используемых для целей технологий компьютерного зрения. Вышеназванные сети способны создавать музыку и картины, выявлять болезни и решать многие другие задачи, которые раньше считались исключительно антропными, то есть разрешимыми только человеком. Тем не менее, несмотря на все преимущества таких сетей, возможности их не безграничны, кроме того, свёрточные нейронные сети достаточно уязвимы перед различного рода атаками, поэтому исследования в данной области продолжают, а тематика развития таких сетей является одной из самых актуальных в области нейросетевых технологий.

Ключевые слова: нейронные сети, глобальная цифровизация, нейросетевые технологии, свёрточные нейронные сети, уязвимость нейронных сетей.

Сегодня нейронные сети составляют основу, посредством которой обеспечивается функционирование искусственного интеллекта, без которого в условиях глобальной цифровизации не обходится ни один цифровой процесс. Однако, несмотря на то, что первые концепции искусственных нейронных сетей были предложены в конце 90-х годов XIX века [1, 2,

3], а в настоящий момент наблюдается их глобальное использование, до сих пор продолжают исследования, направленные как на изучение особенностей работы таких сетей в различных цифровых технологиях, так и на совершенствование работы нейронных сетей, в том числе за счет оптимизации процессов их обучения.

Такой практический интерес к развитию искусственных нейронных сетей обусловлен их особенностями и значением для целей различных технологий в бизнесе, медицине, технике, геологии, физике, военной деятельности и пр. Так, например, нейронные сети могут помочь понять взаимосвязи между сложными структурами данных. Нейронные сети могут использовать полученные знания для прогнозирования поведения сложных структур. Нейронные сети могут быть использованы для прогнозирования линейных и нелинейных взаимосвязей в данных, а также обрабатывать изображения и даже принимать сложные решения, например, о том, как управлять автомобилем или какую финансовую сделку выполнять дальше.

Искусственные нейронные сети в наиболее общем понимании представляют собой математические модели, построенные на определенных принципах и имеющие возможности глубокого обучения для различных задач с использованием искусственного интеллекта [3]. В основе таких определенных принципов лежит организация и функционирование сетей нервных клеток (нейронов) человеческого мозга (их биологических аналогов). Исходя из сказанного, искусственная нейронная сеть построена на идее возможности моделирования нейронов с помощью простых автоматов (искусственных нейронов), поскольку вся сложность человеческого мозга объясняется связями между нейронами [5, 8, 9].

Сама по себе функция активации нейронной сети представляет собой математическую формулу, которая помогает нейрону включаться или выключаться. Особенности же активации нейронной сети зависят от структуры нейронной сети, потока данных, используемых нейронов и их плотности, слоев и глубинных фильтров активации. В специализированной литературе и на практике принято выделять множество нейронных сетей — многослойный персептрон, сети обратной связи, персептрон, модульные сети, рекуррентные сети, сети радиальной базисной функции, сверточные сети и пр. Выбор структуры нейронной сети осуществляется в соответствии с особенностями и сложностями задачи, предлагаемой к решению для системы, снабженной искусственным интеллектом.

Например, безусловными преимуществами многослойных нейронных сетей являются возможности их глубокого обучения за счет наличия плотных полностью связанных слоев и возможностей обратного распространения, а недостатками таких сетей являются сложности в их проектировании и обслуживании. Однако наибольший научный интерес начиная с 2012 года прикован к другому виду нейронных сетей — сверточным нейронным сетям, которые называют «самой важной инновацией в области компьютерного зрения» [6, 7].

Впервые о преимуществах сверточных нейронных сетей стало известно в 2012 году, когда Алекс Крижевски использовал такие сети для победы в конкурсе ImageNet (ежегодные Олимпийские игры по компьютерному зрению), снизив за счет использования сверточной сети показатель ошибок с 26% до 15%. Однако разработаны сверточные нейронные сети, также называемые ConvNets, были еще в 1980-х годах Яном Лекуном. Ранняя версия сверточных нейронных сетей, получившая название LeNet (в честь Я. Лекуна), могла распознавать рукописные цифры.

Вместе с тем, несмотря на все свои преимущества, сверточные нейронные сети долгое время оставались в стороне от компьютерного зрения и искусственного интеллекта, потому что их использование было сопряжено с проблемой, которую нельзя было решить в конце 80-х годов прошлого века — такие сети не могли масштабироваться, при этом требовалось много данных и вычислительных ресурсов для эффективной работы с большими изображениями, а все достижения техники того времени были применимы только к изображениям с низким разрешением.

Главной особенностью сверточной нейронной сети является то, что она содержит трехмерное расположение нейронов вместо стандартного двумерного массива. Первый слой называется сверточным. Каждый нейрон в сверточном слое обрабатывает информацию только из небольшой части поля зрения. Входные характеристики берутся пакетно, как фильтр. Сеть понимает изображения по частям и может вычислять эти операции несколько раз, чтобы завершить полную обработку изображений. Обработка включает в себя преобразование изображения из RGB или HSI масштаба в серый масштаб. Дальнейшее изменение значения пикселя поможет обнаружить края, и изображения могут быть классифицированы по разным категориям. Фильтры в сверточных слоях модифицируются на основе изученных параметров для извлечения наиболее полезной информации для конкретной задачи. Сверточные сети автоматически настраиваются для поиска наилучшей функции в зависимости от поставленной задачи. Сверточная сеть, как и любая другая нейронная сеть, будет фильтровать информацию о форме объекта, когда столкнется с общей задачей распознавания объектов, но будет извлекать конкретные данные, когда будет направлена на конкретную задачу.

Распространение является однонаправленным, когда сверточная сеть содержит один или несколько сверточных слоев, за которыми следует объединение, и двунаправленным, когда выходной сигнал сверточного слоя поступает в полностью связанную нейронную сеть для классификации изображений. Фильтры

используются для извлечения определенных частей изображения. Именно поэтому сверточные нейронные сети показывают очень эффективные результаты в распознавании изображений и видео, семантическом анализе и обнаружении парафраз в текстовых документах.

При решении задачи классификации изображений с использованием искусственных нейронных сетей число обучаемых параметров резко возрастает с увеличением размера изображения. Сверточные нейронные сети фиксируют пространственные особенности изображения, чего не могут сделать любые другие нейронные сети. Именно поэтому сверточные нейронные сети стали основным методом для решения любой задачи с данными изображений. Все популярные фреймворки поддерживают сверточные нейронные сети, такие, как Tensorflow-Keras и PyTorch.

После обучения сверточной нейронной сети разработчики используют тестовый набор данных для проверки его точности. Тестовый набор данных — это набор помеченных изображений, которые не являются частью процесса обучения. Каждое изображение проходит через сверточную нейронную сеть, и выход сравнивается с фактической меткой изображения. По сути, тестовый набор данных оценивает, насколько хорошо нейронная сеть научилась классифицировать изображения, которых она раньше не видела.

Однако, несмотря на то, что сверточные нейронные сети являются мощными моделями, при их реализации все же могут возникнуть некоторые проблемы, среди которых — необходимость использования большого объема вычислительной мощности, необходимость в большом объеме данных для обучения, трудность в интерпретации отдельных данных ввиду того, что обучение нейронных сетей все еще является развивающейся и быстро меняющейся областью.

Несмотря на свою мощь и сложность, сверточные нейронные сети по своей сути являются машинами распознавания образов. Они могут использовать огромные вычислительные ресурсы, чтобы выискивать крошечные и незаметные визуальные паттерны, которые могут остаться незамеченными для человеческого глаза. Но когда дело доходит до понимания смысла содержания образов, они работают плохо.

Эти ограничения становятся более очевидными в практических приложениях сверточных нейронных сетей. Например, сверточные нейронные сети сейчас широко используются для модерирования контента в социальных сетях. Но, несмотря на обширные хранилища изображений и видео, на которых они обучены, сверточные нейронные сети пытаются обнаружить и за-

блокировать неподходящий контент. Примечательным является случай, когда сверточные нейронные сети Facebook по модерации контента запретили использование фотографии статуи 30000-летней давности, отметив ее как потенциально неприемлемое изображение обнаженного тела.

Кроме того, нейронные сети начинают ломаться, как только они немного выходят из своего контекста. Несколько исследований показали, что сверточные нейронные сети, обученные на ImageNet и других популярных наборах данных, не могут обнаружить объекты, когда они видят их при различных условиях освещения и под новыми углами.

Другой проблемой сверточных нейронных сетей является их неспособность понять отношения между различными объектами, что отчетливо прослеживается при решении «проблемы Бонгарда», названной в честь его изобретателя, русского ученого в области информационных технологий Михаила Моисеевича Бонгарда.

Решение «проблемы Бонгарда» заключается в представлении для выбора двух наборов изображений (шесть слева и шесть справа), и необходимости объяснить ключевое различие между этими двумя наборами. Людям легко сделать соответствующие выводы из такого небольшого количества образцов. Но до сих пор нет сверточной нейронной сети, которая могла бы решить «проблемы Бонгарда» даже небольшим количеством обучающих примеров. В одном исследовании, проведенном в 2016 году, исследователи искусственного интеллекта обучили сверточную нейронную сеть на 20 000 образцах Бонгарда и протестировали его еще на 10 000. Производительность сверточной нейронной сети была намного ниже, чем у обычных людей.

Особенности сверточной нейронной сети делают их уязвимыми для различного рода атак, так как именно сверточные нейронные сети стали неотъемлемым компонентом многих важных приложений, таких, как самоуправляемые автомобили [4, 8, 10]. Поэтому в настоящий момент исследования, направленные на разработку механизмов предотвращения сбоев в работе сверточных нейронных сетей, еще только начинают развиваться [7, 10].

Подводя итог, необходимо отметить, что с каждым днем информационные технологии все глубже проникают в нашу жизнь. Так, микропроцессоры, которые вызвали технологическую революцию в 70-х годах, изменив все аспекты нашей жизни, связанные с вычислениями, теперь кажутся чем-то устаревшим, поскольку сверточные нейронные сети, используемые в компьютерах, способны создавать музыку и картины, выяв-

лять болезни и решать многие другие задачи, которые раньше считались исключительно антропными — разрешимыми только человеком. Поэтому значимость сверточных нейронных сетей нельзя отрицать — они вызвали революцию в искусственном интеллекте. Однако, несмотря на все преимущества таких сетей, воз-

можности их не безграничны, кроме того, сверточные нейронные сети достаточно уязвимы перед различного рода атаками, поэтому исследования в области сверточных сетей продолжают, а тематика развития таких сетей является одной из самых актуальных в области нейросетевых технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барский А.Б. Введение в нейронные сети / Барский А.Б. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 358 с.
2. Бова В.В., Дуккардт А.Н. Применение искусственных нейронных сетей для коллективного решения интеллектуальных задач. Известия ЮФУ. Технические науки. Хайкин С. Нейронные сети: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
3. Брагин Александр Дмитриевич, Спицын Владимир Григорьевич Распознавание моторных образов на электроэнцефалограммах с применением сверточных нейронных сетей // КО. — 2020. — № 3. — С. 482–489.
4. Полуниин А.А., Яндашевская Э.А. Использование аппарата сверточных нейронных сетей для стегоанализа цифровых изображений // Труды ИСП РАН. — 2020. — № 4. — С. 155–164.
5. Редько, В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики / В.Г. Редько. — М.: Ленанд, 2019. — 224 с.
6. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. — Электрон. текстовые данные. — М.: Горячая линия — Телеком, 2013. — 384 с.
7. Сикорский О.С. Обзор сверточных нейронных сетей для задачи классификации изображений // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. — 2017. — № 20. — С. 37–42.
8. Сысоев Д.В. Введение в теорию искусственного интеллекта: учебное пособие / Сысоев Д.В., Курипта О.В., Проскурин Д.К. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 171 с.
9. Rue, H.; Held, L.: Gaussian Markov Random Fields: Theory and Applications, CRC Press, Boca Raton, FL, 2005.
10. Jonas Teuwen, Nikita Moriakov, Convolutional neural networks. Handbook of Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention. The Elsevier and MICCAI Society Book Series. 2020, p. 481–501.

© Козак Евгений (eugeniu.cozac@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Козак Евгений

Старший разработчик, Memery Crystal LLP, Лондон,
Англия
eugeniu.cozac@gmail.com

NEURAL NETWORK TRAINING AND ITS SIGNIFICANCE FOR THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE ENGINEERING

E. Cozac

Summary. Currently, there is an increased interest in neural networks in various spheres of public life. However, the success of neural networks when used is not unconditional, since the main problem associated with the use of neural networks is their training. At the same time, the process of training neural networks is quite time-consuming, since it is necessary to choose both the task itself that the trained neural network should solve, and to prepare data sets for solving such a task—and the more complex the task that is assigned to the neural network, the larger and more disparate the data sets that need to be prepared.

At the same time, when training neural networks, it is quite standard to have a situation in which the neural network copes with the task of training quite easily and quickly, and the learning process itself can be very slow. This is due both to the nature of neural networks, and to the fact that the solution of the problem of training neural networks and the choice of an algorithm from training depends on the direction of using neural networks.

In the context of this article, the author considers certain aspects related to the training of neural networks and concludes that the training of neural networks is of great practical importance for the purposes of software engineering, since it allows solving more and more new tasks every year, and the importance of training neural networks is due to the ability of trained neural networks to accumulate large volumes of disparate data, the possibility of adaptation and improvement of neural networks with an increase in the performance of electronic computing equipment, as well as the ability of neural networks to adapt to constantly improving learning algorithms.

Keywords: machine learning, neural network training, deep learning, artificial intelligence, neural networks, neural network training algorithms.

Аннотация. В настоящее время наблюдается повышенный интерес к нейронным сетям в различных сферах общественной жизни. Однако успех нейронных сетей при их использовании не безусловен, поскольку главной проблемой является их обучение. При этом сам процесс обучения нейронных сетей довольно трудоемкий, поскольку необходимо выбрать как саму задачу, которую должна решать обученная нейронная сеть, так и подготовить наборы данных для решения такой задачи. При этом чем сложнее задача, которая поставлена перед нейронной сетью, тем больше и разрозненнее наборы данных, которые необходимо подготовить.

При этом при обучении нейронных сетей вполне стандартной является ситуация, при которой нейронная сеть достаточно легко и быстро справляется с поставленной задачей обучения, а сам процесс обучения может происходить очень медленно. Обусловлено это как непосредственно самой природой нейронных сетей, так и тем, что решение задачи обучения нейронных сетей и выбор алгоритма их обучения зависит от направления использования нейронных сетей.

В контексте настоящей статьи автором рассматриваются отдельные аспекты, связанные с обучением нейронных сетей, и делается вывод о том, что обучение нейронных сетей имеет большое практическое значение для целей программной инженерии, поскольку позволяет с каждым годом решать все новые и новые задачи, а значение обучения нейронных сетей обусловлено возможностью уже обученных нейронных сетей аккумулировать большие объемы разрозненных данных, возможностью адаптации и совершенствования нейронных сетей, связанной с ростом производительности электронно-вычислительной техники, а также возможностью нейронных сетей приспосабливаться к постоянно совершенствующимся алгоритмам обучения.

Ключевые слова: машинное обучение, обучение нейронных сетей, глубокое обучение, искусственный интеллект, нейронные сети, алгоритмы обучения нейронных сетей.

Нейронные сети в настоящий момент являются основой большинства технологий. Особенности этих сетей обусловлены тем, что они состоят из набора алгоритмов, который моделируется на человеческом мозге. Эти алгоритмы могут интерпретировать сенсорные данные с помощью машинного восприятия и маркировать или группировать необработанные

данные. Они предназначены для распознавания числовых паттернов, содержащихся в векторах, в пределах которых должны быть переведены все реальные данные (изображения, звук, текст, временные ряды и т.д.).

Отсюда можно сделать вывод о том, что основная задача нейронных сетей состоит в группировании и клас-

сификации необработанных данных — они группируют немеченные данные на основе сходств, найденных во входных данных, а затем классифицируют данные на основе помеченного обучающего набора данных. Нейронные сети могут автоматически адаптироваться к изменяющимся входным данным. Таким образом, человеку не нужно перестраивать выходные критерии каждый раз, когда входные данные меняются, чтобы получить наилучший возможный результат.

Существующие нейросетевые технологии начали развиваться в середине 2000-х годов, когда накопилось не только достаточное количество знаний в такой предметной области, но и далеко вперед шагнули наука и техника. Так, например, если до 2010 года не существовало базы данных, позволяющей обучить нейронные сети решать задачи по распознаванию изображений и их классификации и по указанной причине нейронные сети совершали ошибки, путая изображения, то с появлением первой базы данных, в которой содержалось более 15 миллионов изображений, классифицированных по 22 различным категориям, обучение нейронных сетей стало более эффективным.

Примерно к этому же времени появились новые достижения ученых в области искусственного интеллекта: предобучение сети (при помощи машины Больцмана обучался каждый слой многослойной сети отдельно), сверточные нейронные сети для распознавания изображений, каскадный автокодировщик для задеирования всех слоев в глубокой нейронной сети и пр.

Основными современными трендами в области обучения нейронных сетей являются: глубокое обучение, гибридное обучение и автоматическое обучение [2, 8, 10]. При этом первое — глубокое обучение, развивается быстрее всех остальных. Обусловлено это спецификой глубокого обучения нейронных сетей. Как отмечается в специализированной литературе, в основе глубокого обучения нейронных сетей лежит сочетание сразу нескольких алгоритмов обучения [9]. Среди таких алгоритмов — алгоритмы обучения нейронных сетей с учителем, алгоритм обучения сетей без учителя, а также алгоритм обучения сетей с подкреплением полученных результатов.

Глубокое обучение определяется в специализированной литературе как одно из направлений машинного обучения, которое использует серию нелинейных процессоров, состоящих из нескольких слоев, для преобразования и извлечения объектов. В рамках глубокого обучения несколько слоев искусственных нейронных сетей выполняют процесс машинного обучения. Первый слой нейронной сети обрабатывает исходные данные и передает информацию на второй слой. Затем

второй уровень обрабатывает эту информацию дальше, добавляя дополнительную информацию (например, IP-адрес пользователя) и передает ее следующему уровню. Этот процесс продолжается на всех уровнях сети глубокого обучения до тех пор, пока не будет достигнут желаемый результат.

С технологической точки зрения глубокое обучение позволяет нейронной сети сначала тренироваться на большом количестве обобщенных данных, а уже потом адаптироваться под решение конкретных задач [1, 2, 4, 6]. Традиционное машинное обучение можно охарактеризовать как обучение делать прогнозы на основе прошлых наблюдений, подходы же глубокого обучения работают, позволяя нейронным сетям не только предсказывать, но и правильно представлять данные для того, чтобы они были пригодны для прогнозирования. Учитывая большой набор желаемых отображений, подходы глубокого обучения работают путем подачи данных в сеть, которая производит последовательные преобразования входных данных до тех пор, пока окончательное преобразование не предскажет выходные данные.

Даже гибридное обучение в сравнении с глубоким обучением видится уже не настолько совершенным, поскольку в большей степени ориентировано на вероятностное моделирование и вычисления причинно-следственных отношений в биоинформатике (генетические сети, структура белков), медицине, классификации документов, обработке изображений и системах поддержки принятия решений [4].

Нейронные сети, обучаемые с использованием технологий глубокого обучения, выполняют автоматическое извлечение признаков необходимого объекта без вмешательства человека, чего сделать, например, не позволяет большинство традиционных алгоритмов машинного обучения.

Кроме того, нейронная сеть глубокого обучения, обученная на структурированных данных, может быть затем применена к неструктурированным данным, предоставляя ей доступ к гораздо большему количеству входных данных, чем сети машинного обучения. Таким образом, чем совершеннее нейронная сеть и чем больше данных сеть может обучать, тем более точным будет результат.

Так, например, сверточные нейронные сети при глубоком обучении позволяют решать задачи классификации, в которых ожидаемо нахождение локальных подсказок относительно принадлежности объекта к тому или иному классу, но эти подсказки могут появляться в разных местах во входных данных. Например,

в задаче классификации документов при гибридном обучении одна ключевая фраза может помочь в определении нейронной сетью темы документа при нахождении ключевой фразы в определенном месте документа. При глубоком обучении сверточной нейронной сети не имеет значения, в каком месте текста документа будет встречаться ключевая фраза. Сверточные и пуловые слои позволяют модели научиться находить любые заданные локальные индикаторы вне зависимости от их положения.

Принципы работы глубокого обучения наиболее показательны при их рассмотрении на примере логистической регрессии (механизм, который используется для классификации с целью преобразования непрерывных сигналов в двоичные) [7]. Механизм логистической регрессии вычисляет вероятность того, что набор входных данных соответствует заданной метке. Сказанное можно наглядно продемонстрировать с помощью следующего выражения:

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Для того чтобы непрерывные входные данные были выражены в виде вероятностей, они должны иметь положительные результаты, поскольку отрицательной вероятности не существует. Теперь рассмотрим отношение показателя n к дроби $1/1$. Единица — это потолок вероятности, за пределы которого результаты не могут выйти.

По мере того, как входной сигнал x , который запускает метку, растет, выражение n для x сжимается до нуля, оставляя долю $1/1$, или равную 100%, что означает, что осуществляется приближение к абсолютной уверенности в том, что метка применима. Вход, который отрицательно коррелирует с выходом, будет иметь свое значение, перевернутое отрицательным знаком на экспоненте n , и по мере того, как этот отрицательный сигнал растет, величина n к значению x становится больше, подталкивая всю дробь все ближе к нулю.

То есть сигналы, которые нейронная сеть получает в качестве входных данных, будут охватывать диапазон

значений и включать любое количество метрик в зависимости от проблемы, которую нейронная сеть должна будет решить.

Подводя итог, необходимо отметить, что обучение нейронных сетей в настоящее время является достаточно перспективной и развивающейся областью исследования, что обусловлено рядом причин. Во-первых, потому, что нейронные сети позволяют обрабатывать большие объемы данных. Так, в специализированной литературе отмечается, что огромное количество доступных данных, собранных за последнее десятилетие, в значительной степени способствовало популярности глубокого обучения, поскольку позволило нейронным сетям действительно показать свой потенциал, так как нейронные сети становятся совершеннее, чем больше данных в них вводится [3, 5]. Для сравнения, традиционные алгоритмы машинного обучения, например, не становятся производительнее с ростом объема обрабатываемых данных.

Во-вторых, рост глубокого обучения нейронных сетей обусловлен ростом производительности электронной вычислительной техники. По словам Рэя Курцвейла, ведущего специалиста в области искусственного интеллекта, вычислительная мощность умножается на постоянный коэффициент для каждой единицы времени (например, удваивается каждый год), а не просто прибавляется постепенно. Это означает, что вычислительная мощность растет экспоненциально [7]. На момент зарождения концепции глубокого обучения исследователи не имели доступа к достаточному количеству данных или вычислительной мощности для создания и обучения значимых моделей глубокого обучения.

В-третьих, еще одним фактором, который увеличил популярность глубокого обучения нейронных сетей, стал прогресс, достигнутый в алгоритмах обучения. Новые алгоритмы обучения позволяют обучать сети намного быстрее, чем даже пять лет назад, что позволяет использовать все больше и больше данных. Основное преимущество нейронных сетей заключается в их способности превосходить почти любой другой алгоритм машинного обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барский А.Б. Введение в нейронные сети / Барский А.Б. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 358 с.
2. Бова В.В., Дуккардт А.Н. Применение искусственных нейронных сетей для коллективного решения интеллектуальных задач. Известия ЮФУ. Технические науки. Хайкин С. Нейронные сети: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
3. Брагин А.Д., Спицын В.Г. Распознавание моторных образов на электроэнцефалограммах с применением сверточных нейронных сетей // КО. — 2020. — № 3. — С. 482–489.
4. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. — 2-е изд., стереотип. — М.: Горячая линия-Телеком, 2002. — 382 с.

5. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики / В.Г. Редько. — М.: Ленанд, 2019. — 224 с.
6. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. — Электрон. текстовые данные. — М.: Горячая линия — Телеком, 2013. — 384 с.
7. Созыкин Андрей Владимирович Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. — 2017. — № 3. — С. 28–59.
8. Сысоев Д.В. Введение в теорию искусственного интеллекта: учебное пособие / Сысоев Д.В., Курипта О.В., Проскурин Д.К. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 171 с.
9. Тихонов А.А. Большие данные и глубокое машинное обучение в искусственных нейронных сетях // Наука и образование сегодня. — 2018. — № 6 (29). — С. 35–38.
10. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep Learning // Nature. — 2015. — Vol. 521. — P. 436–444.

© Козак Евгений (eugeniu.cozac@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Лондон

МОДЕЛЬ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ УМНЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Кхант Ко Зан

Аспирант, ФГБОУ ВО «Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН»
khantkozan52@gmail.com

Сосенушкин Сергей Евгеньевич

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Московский
государственный технологический университет
«СТАНКИН»

BIG DATA ANALYSIS MODEL FOR THE IMPLEMENTATION OF SMART UNIVERSITIES

**Khant Ko Zan
S. Sosenushkin**

Summary. Big data analysis is a promising area for implementation in modern universities, since their activities are associated with a large amount of data obtained as a result of their teaching and learning activities. Data analytics can be used to provide information to students and staff, which will help improve learning and management decisions. However, at the moment there is little research devoted to the study of big data, their use in various fields of education. This article describes the components of a smart university and smart applications used in the context of smart universities. The application of big data analysis to support smart universities is also discussed, and finally, a big data analysis framework for a smart university is proposed, the main components of this structure are described based on a review of existing literature.

Keywords: smart education, big data analytics, smart universities.

Аннотация. Анализ больших данных является перспективным направлением для внедрения в современные университеты, поскольку их деятельность связана с большим количеством данных, полученных в результате их преподавательской и учебной деятельности. Аналитика данных может быть использована для предоставления информации студентам и сотрудникам, что будет способствовать улучшению процесса обучения и принятия управленческих решений. Тем не менее, на данный момент мало исследований, посвященных изучению больших данных, их использованием в различных областях образования. В этой статье описаны компоненты умного университета и умных приложений, используемых в контексте умных университетов. Обсуждается также применение анализа больших данных для поддержки умных университетов, и, наконец, предлагается структура анализа больших данных для умного университета, описываются основные компоненты этой структуры на основе обзора существующих литературных источников.

Ключевые слова: умное образование, аналитика больших данных, умные университеты.

Введение

На сегодняшний день многие страны приняли участие в проектах, которые сосредоточены на развитии умного образования. Умный университет — это развивающаяся и быстро развивающаяся область образования, которая творчески объединяет:

- ◆ инновационные концепции образования;
- ◆ интеллектуальные программно-аппаратные комплексы;
- ◆ умные классы с новейшими технологиями и техническими платформами;
- ◆ умную педагогика, основанную на современных стратегиях преподавания и обучения;
- ◆ умное обучение и академическую аналитику;
- ◆ различные отрасли информатики и вычислительной техники [1].

Умный университет — это место, где технологические достижения могут повысить производительность

управления обучением. Таким образом, образование в умной среде подкрепляется умными инновациями и полностью использует умные инструменты [2]. Имеющиеся исследования показали, что, после обретения статуса умного университета статус вуза растет [3, 4]. Кроме того, есть и другие аспекты, которые говорят об открытости и рейтинге вуза: рост прибыли, зачисление студентов, исследовательские возможности и количество публикаций студентами и сотрудниками вуза за определенный промежуток времени. Если говорить о современных умных университетах, анализ и понимание большого количества информации с помощью больших данных ментов и устройств обеспечивает повышение качества образования, что является главным преимуществом вузов данного типа.

С целью создания условий для быстрой адаптации людей к развитию общества и окружающей среды приходится необходимо расширять сферу умного образования, помещая людей в активную среду. В системе об-

разования всегда применялись системы сбора данных о народах, флоре, фауне и прочих объектах. Использование больших данных позволяет выстраивать надежные модели и помогает достичь лучшего уровня качества: системы больших данных распознают ошибки образовательных программ и помогают эффективно устранить их, тем самым повышая качество составленных учебных планов [5]. Развитие умных университетов, которые способствуют расширению знаний, услуг, объектов и других на данный момент является актуальной задачей как для Российской Федерации, так и для всего мира.

Студенты и сотрудники при правильном использовании приложений для анализа больших данных в университетах смогут обеспечить себе конкурентные преимущества. Интеграция больших данных и университетов позволит создать важную аналитическую базу, при этом полученный результат будет способствовать развитию других элементов в университетах. По данным технического университета была разработана и продемонстрирована интеграция IoT с новым поколением.

Компонентами модели анализа больших данных для внедрения умных университетов являются:

- ◆ Многоцелевые карты обучающихся, интегрированные с образовательной системой для отслеживания успеваемости студента, просмотра комментариев учителя и текущей суммы для совершения покупок. При этом в университете должен быть предусмотрен смарт-кампус, где можно использовать мобильные телефоны в качестве удостоверений личности, потребительских карт и информационной платформы.
- ◆ Две основные платформы для больших данных — это интернет вещей (IoT) и облачные вычисления. IoT широко используется в рамках умных систем, таких как умные розничные сети, умный дом, умное водоснабжение, умный транспорт, умное здравоохранение и так далее.
- ◆ Собственно, сами большие данные в образовании, которые представляют собой данные о людях, инфраструктуре и информации. Сочетание больших данных и информационно-компьютерных технологий позволяет разработать полезные модели и использовать их для улучшения образования.

Авторская модель анализа больших данных для внедрения в умный университет

На рис. 1 представлена структура анализа больших данных в рамках умного университета. Структура состоит из трех групп лиц, которые являются вспомогательными сотрудниками, академическими сотрудни-

ками и студентами. Чтобы начать работать с системой больших данных, каждому участнику необходимо внести ряд данных о себе: демографические данные, профиль поведения и данные об имеющихся достижениях. Путем сбора и интеграции данных лиц перечисленных трех групп представляется возможность снабжения необходимой информацией умного класса, умного факультета или всего умного университета.

Одним из методов использования больших данных является прогнозная аналитика относительно Интернет вещей (IoT). Если говорить о IoT, то это специальная концепция, идея вычислительной сети физических объектов, имеющих технологии для взаимодействия друг с другом и/или с внешней средой [6]. В отличие от обычного Интернета, который только объединяет компьютеры, IoT — попытка выйти за его пределы. Таким образом, IoT можно назвать следующим шагом развития «физического» интернета (подразумевается сам Интернет, а не Web), цель которого — объединить все системы ради обеспечения дополнительной выгоды для конечного потребителя [7].

Возвращаясь к методу использования больших данных, подразумевается адаптация таких данных, как голос преподавателя, сердцебиение студента и т.д. позволяет создать модель для прогнозирования уровня внимания студента во время лекции. Эта информация может быть использована на устройстве смарт-группы, где учителя могут изменять смарт-группу студента, если уровень внимания студента был понижен. Кроме того, это может помочь внести вклад в развитие учителей, чтобы улучшить их навыки преподавания, а также для развития используемых ими инструментов обучения. Учителя с помощью предлагаемой модели могут выявить, какие навыки преподавания подходят тому или иному классу, а какие — нет.

Также это позволяет максимально оптимизировать расписание занятий и лекционное время для эффективного получения знаний и проведения практических занятий. Одной из современных тенденций сегодня является смешанное обучение, где видеоконференция и Skype используются в качестве средства онлайн-обучения и онлайн-коммуникации между студентами и преподавателями. Лекторы могут проводить сессию из своего офиса, а студенты могут посещать ее из любого места, используя Интернет. С помощью реализации прогностической аналитики, в ходе лекций автоматически могут фиксироваться посещаемость студента, а специальный шаблон может оценивать вклад студента во время занятий.

Другое использование аналитики прогнозирования в IoT — это автоматизированное управление зданием,



Рис. 1. Модель анализа больших данных в рамках смарт-университета

точнее управление такими параметрами как комнатная температура, освещение и другие. С помощью сенсорного устройства для обнаружения данных в режиме реального времени, таких как текущая погода, температура внутри помещения, количество людей в помещении, появляется возможность автоматической установки комфортной температуры во время лекций, выключения света в неиспользуемых помещениях (коридоры и туалеты), а также фиксации присутствия студентов на занятиях посредством регистрации отпечатков пальцев [7]. Это окажет влияние на потребление энергии, открывая возможности для сокращения потребления экономии ресурсов. Кроме того, учитывая, что эти программы устанавливаются и работают автоматически в системе, можно минимизировать трудозатраты персонала. Помимо этого, имея данные о достижениях и деятельности преподавателей, руководство университета может организовать обучение персонала в соответствии с их реальным текущим уровнем знаний, квалификаций. Это повысит квалификацию персонала, а также обеспечить развитие факультета в долгосрочной перспективе. Весь массив полученной информации может быть интегрирован на самом высоком уровне, что позволит университету получить статус умного университета. Интеграция информации обеспечит для руководящей команды повышение качества принимаемых решений или бизнес-плана. Таким образом, развитие умного университета позволяет минимизировать потребление энергии и трудозатраты персонала, а также дает возможность полностью оптимизировать приложения IoT [8].

Заключение

Развитие умного университета и приложений для работы с большими данными на сегодняшний день протекает достаточно активно. В будущем потребуется изучение большего количества данных для формирования умного университета [9, 10]. Важно учитывать, что технологии для работы с большими данными также быстро развиваются. В этой статье обсуждаются компоненты smart u и аналитика использования больших данных в различных секторах экономики. В рамках сферы образования анализ больших данные может использоваться для формирования и развития умных классов и умных факультетов. Одним из используемых методов анализа является прогнозный анализ, который помогает обеспечить дальнейшее совершенствование явлений и процессов на основе сбора и оценки исторических данных, данных в реальном времени. Наличие результатов прогностического анализа открывается возможность планирования лучших решений и действий, что выгодно для общества. Поэтому методы анализа больших данных становятся сегодня важными элементами обработки данных умных городах. На основании выполненного исследования можно сделать вывод о том, что формирование и развитие умных университетов обладает широким перечнем преимуществ, основным из которых является повышение качества образования и исследовательской деятельности посредством внедрения правильного анализа и понимания большого количества информации, что становится возможным за счет методов анализа больших данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмудь В.А. К концепции «умного университета» // Автоматика и программная инженерия. 2019. № 3 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-kontseptsii-umnogo-universiteta> (дата обращения: 12.07.2021).
2. Gandhi, S.L.: Smart education service model based on IOT technology. In: Paper presented at the International Interdisciplinary Conference on Science Technology Engineering Management Pharmacy and Humanities, Singapore

3. Pinka, K., Kampars, J., Minkevičs, V.: Case study: IoT data integration for higher education institution. *Inf. Technol. Manag. Sci.* 19(1), 71–77 (2016)
4. Temkar, R., Gupte, M., Kalgaonkar, S.: Internet of things for smart classrooms. *Int. Res. J. Eng. Technol.* (2016)
5. Ershov V.N., Denisov A.R., Naumov A.R. et al. From the "Forge of personnel" to the entrepreneurial University: experience of transformation of business processes and organizational structure // *University management: practice and analysis*. — 2017. No. 4(110). pp. 84–97.
6. Умный Интернет вещей — кто он и с чем его едят? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/259243/>.
7. Кузнецов И.М. IoT и системы управления умным домом // *Огарёв-Online*. 2017. № 2 (91). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iot-i-sistemy-upravleniya-umnyim-domom> (дата обращения: 12.07.2021).
8. Островский В.Л. Интеллектуальная система освещения образовательного учреждения // *Форум молодёжной науки*. 2020. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnaya-sistema-osvescheniya-obrazovatel'nogo-uchrezhdeniya> (дата обращения: 10.07.2021).
9. Сагинова О.В., Сагинов Ю.Л., Гришин А.И. Устойчивое развитие университета // *Вестник Казанского технологического университета*. 2012. № 21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-razvitie-universiteta> (дата обращения: 10.07.2021).
10. Тихомиров В.С. От электронного обучения к Smart -университету // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2012. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-elektronnogo-obucheniya-k-smart-universitetu> (дата обращения: 10.07.2021).

© Хант Ко Зан (khantkozan52@gmail.com), Сосенушкин Сергей Евгеньевич.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



СИНТЕЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

SYNTHESIS OF INFORMATION MODELS OF DECISION-MAKING IN THE ENVIRONMENTAL MONITORING MANAGEMENT SYSTEM

**S. Malko
V. Dorovskoy
A. Semenova
I. Dorovskaya**

Summary. As a result of the conducted research, it was found that the methods of the Dempster-Schaefer evidence theory were used to calculate the final diagnosis in the problem of Troubleshooting. Their application was based on the requirement to minimize traditional decision-making errors. To solve the problems of interpreting the results of expert assessments, the calculation of confidence measures for each hypothesis has been modified. In this case, the confidence measure is subject to the normalization procedure and is calculated taking into account the amount of deviations of technological variables in the observation interval. The developed models and methods are part of the automated decision support system for environmental monitoring.

Keywords: synthesis, automated system, information model, environmental monitoring, methods of Dempster-Schaefer evidence theory.

Малько Сергей Владимирович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Керченский
государственный морской технологический
университет», г. Керчь
sergmalko@mail.ru

Доровской Владимир Алексеевич

Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Керченский
государственный морской технологический
университет», г. Керчь

Семенова Анна Юрьевна

К.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «Керченский
государственный морской технологический
университет», г. Керчь

Доровская Ирина Дмитриевна

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской
технологический университет», г. Керчь

Аннотация. В результате проведенных исследований установлено, что для вычисления окончательного диагноза в задаче поиска неисправностей применены методы теории свидетельств Демпстера-Шефера. Основанием их применения стало требование минимизации традиционных ошибок принятия решений. Для решения проблем интерпретации результатов экспертных оценок модифицирован расчет мер доверия для каждой гипотезы. При этом мера доверия подвергается процедуре нормализации и рассчитывается с учетом величины отклонений технологических переменных на интервале наблюдения. Разработанные модели и методы вошли в состав автоматизированной системы поддержки принятия решений экологического мониторинга.

Ключевые слова: синтез, автоматизированная система, информационная модель, экологический мониторинг, методы теории свидетельств Демпстера-Шефера.

Актуальность темы исследований.
Постановка проблемы

Интенсивное воздействие человека на природу, негативные, часто необратимые последствия этого воздействия, обуславливают необходимость глубокого и всестороннего анализа проблемы взаимодействия общества и окружающей среды. Проблема улучшения экологической ситуации связана с необходимостью решения множества сложных нелинейных, трудно формализуемых задач, использующих, в первую очередь, результаты мониторинга окружающей среды. Разработка методов экологического мониторинга относится к числу фундаментальных научных исследований, объявленных в 1988 г. в Программе биосферных и эко-

логических исследований АН СССР на период до 2015 г. Необходимость решения задач поддержки принятия решений при оценке экологической обстановки связана, в частности с тем, что измерительные возможности реальных систем промышленно-экологической безопасности всегда ограничены. Эти ограничения касаются как плотности размещения контрольных пунктов, так и частоты выполняемых измерений, а значит оперативности получения требуемых данных. Сложное положение, связанное с концентрацией большого количества предприятий на сравнительно небольшой площади, определяет направленность работ как на осуществление производственного экологического контроля на предприятиях региона, так и контроля их совместного влияния на окружающую среду.

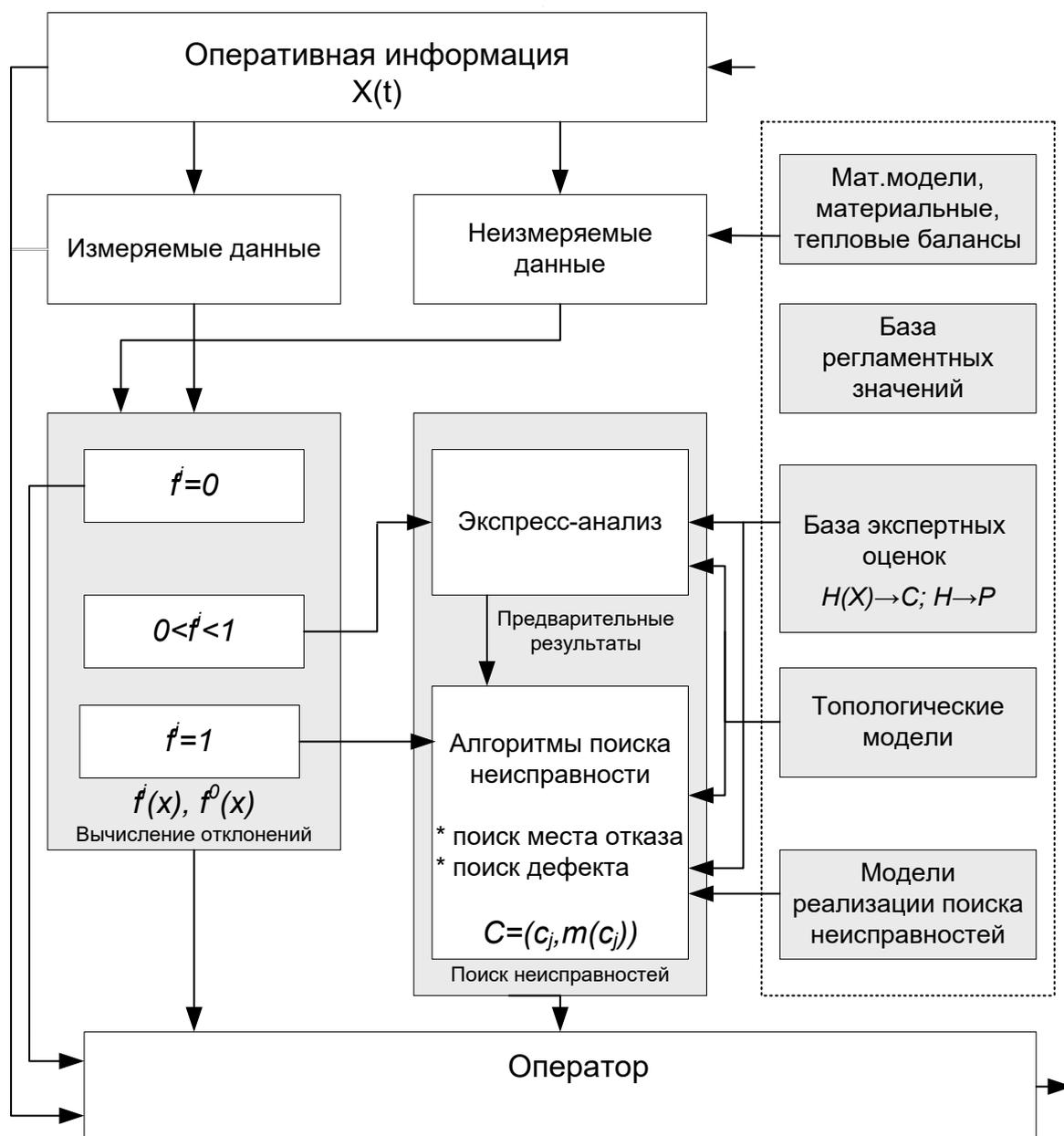


Рис. 1. Информационная модель автоматизированной системы поддержки принятия решений экологического мониторинга

Цель работы

Разработка информационных технологий поддержки принятия решений в региональной системе экологического мониторинга, позволяющих повысить уровень экологической и техногенной безопасности промышленного региона.

Объект исследования

Информационные технологии создания системы экологической и техногенной безопасности региона.

Предмет исследования

Модели и методы анализа, оценки и прогнозирования негативных последствий эксплуатации промышленных объектов.

Методы исследования

Теоретической основой работы являются теория и методы принятия решений, математическая статистика и теория вероятностей, теория нечетких множеств. При разработке структуры информационной системы

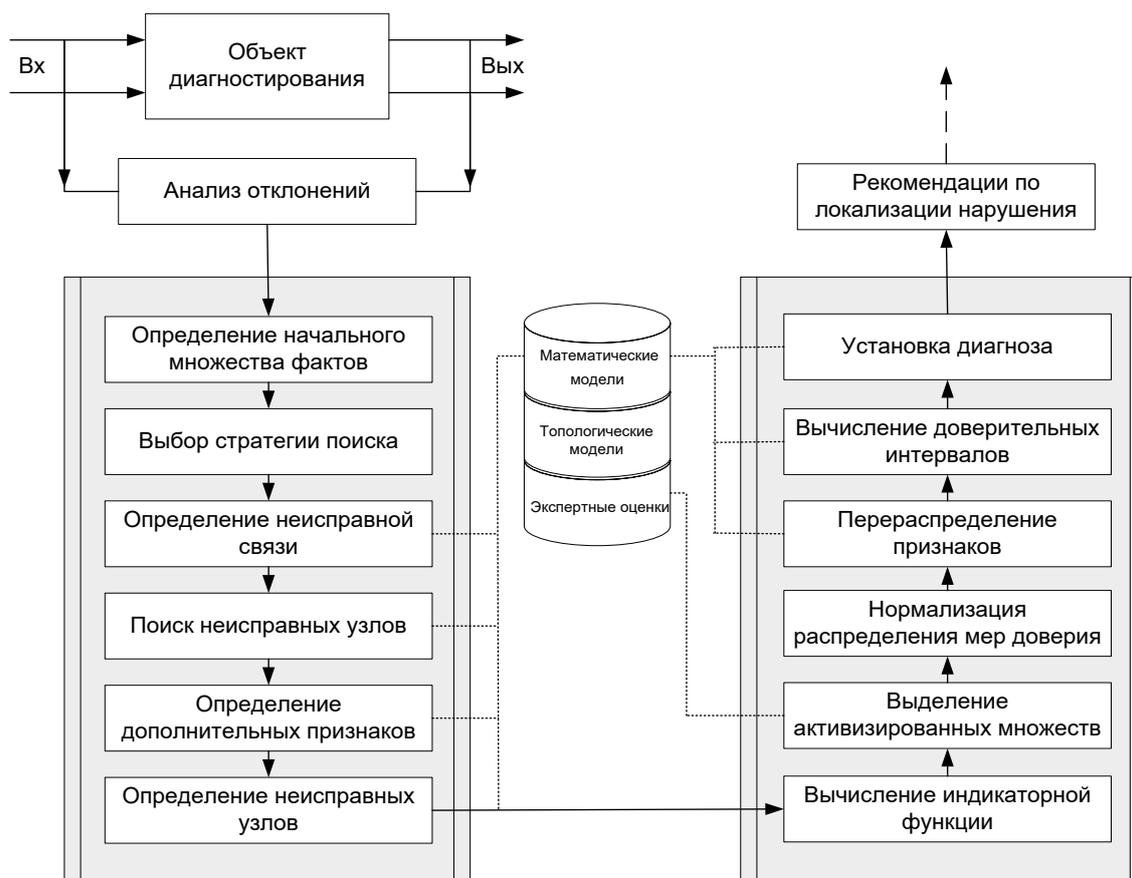


Рис. 2. Схема процесса поиска неисправностей и принятия решений

обеспечения приемлемого экологического риска использовались общие принципы создания информационных систем и средства системного анализа.

Моделирование и расчеты, связанные с анализом и количественной оценкой риска, проведены с использованием методов и средств вычислительной техники и технологий анализа данных в системах Mathcad, Maple, Statistica, Statgraphics Plus 5 и Ризекс.

Результаты исследований

Информационная модель автоматизированной системы, реализующей функции комплексного анализа химического производства с целью оперативного поиска неисправностей представлена на рисунке 1.

В состав модели включены:

- ♦ блок контроля параметров, главной задачей которого является предварительная обработка данных, формирование вспомогательных функций, учитывающих для каждой технологической переменной ее номинальные, критические и предельно допустимые значения;

- ♦ блок экспресс-анализа, выполняющий функции анализа ситуации и группировки информации с целью локализации постепенных отказов.

В случае, если состояние основных параметров выходит за рамки предельно допустимых включается система поиска неисправностей.

В соответствии с выбранной стратегией принятия решений в системе предполагается реализация двух возможных подходов:

1. поиск места отказа (определение части объекта, отказ которой вызвал неработоспособность подсистемы — неисправной технологической связи);
2. поиск дефекта (диагностирование, целью которого является определение места, причины и вида дефекта).

Общая схема процесса поиска неисправностей состоит из следующих этапов (рисунок 2):

1. Определение начального множества факторов, соответствующее текущему состоянию.
2. Регистрация нарушения диагностической переменной (непосредственное измерение, нарушение

Таблица 1. Фрагмент результатов экспертной оценки для производства формальдегида

Наименование диагностической переменной	Технологические связи				
	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
Объемный расход метанола	0,5	0,3			
Объемный расход демводы	0,4	0,1	0,1		0,1
Объемный расход воздуха	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1
Температура под сетками	0,3	0,4	0,1		
Температура подконтактных газов	0,1	0,5	0,4		
Массовая доля кислорода		0,3		0,2	0,2
Температура после п. 21	0,2		0,1	0,1	
Температура над 5 тарелкой				0,3	

Таблица 2. Множества, активизированные появлением отклонений

Наименование диагностической переменной	Диапазон нормальной работоспособности [$d_{min}; d^{max}$]	Технологические связи				
		$\mu_i(c_j)$				
		c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
Температура под сетками (H_8)	620–780° С	0,3	0,4	0,1		
Массовая доля кислорода (H_{21})	0,24–0,40		0,3		0,2	0,2

ние выходных характеристик математических моделей, нарушение балансовых соотношений).

3. Процедура поиска неисправностей:

- ◆ определение начального множества фактов неисправностей и вероятности наличия источника по каждой технологической связи;
- ◆ определение неисправной технологической подсистемы (связи), для которой наиболее вероятно наличие в ее составе отказавшего элемента;
- ◆ сужение области поиска, определение неисправного узла (нескольких узлов) с указанием распределения степеней уверенности в наличии дефекта по множеству неисправных связей; процедура принятия решения о наличии неисправной связи.

4. Выдача результатов диагноза и рекомендаций по локализации нарушения.

Ниже представлен пример совместного использования представленных в данном разделе моделей для технологического процесса производства формалина.

Пусть в результате прямых замеров и расчетов по диагностической модели зарегистрировано 2 события:

1. увеличение температуры в контактном аппарате сверх нормативной (переменная H_8 , $f(H_8)$);
2. увеличение массовой доли кислорода (переменная H_{21} ($f(H_{21})$)).

При этом активизируется нечеткое множество возможно неисправных связей $C_i = \{(c_j; \mu_i(c_j))\}$, где $\mu_i(c_j)$ — степень принадлежности элемента c_j множеству C_i (степень уверенности эксперта в наличии источника нарушений).

Шаг 1. Вычисление индикаторной функции.

Значение переменной H_8 на интервале наблюдений заключено в пределах: $H_8 = [780...828]$, Регламентные значения — $[d_{min}, d^{max}] = [620...780]$. $\Delta = 160$. В соответствии с (1)

$$|X|: X = \{x(t) | x(t) \in [d_{min}, d^{max}]\} \quad (1)$$

где $x(t)$ — текущее значение диагностической переменной; $[d_{min}, d^{max}]$ — интервал допустимых значений параметра t . величина отклонения диагностической переменной вычисляется по максимальному зафиксированному значению:

$$f(H_8) = (780 - 828 + 80) / (160) = 0,2;$$

Расчетное значение переменной $H_{21} = [0,40...0,47]$ при заданном диапазоне $[d_{min}, d^{max}] = [0,24...0,40]$. Тогда, в соответствии с (1) $f(H_{21}) = 0,56$.

Из табл. 1 определяются активизированные множества (табл. 2.).

Таблица 3. Результаты расчетов

C_i	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_4, c_5	c_o
$m(C_i)$	0,03	0,37	0,01	0	0	0,02	0,39
$Bel(C_i)$	0,03	0,37	0,01	0	0	0,02	0,39
$Pl(C_i)$	0,42	0,76	0,4	0,39	0,39	0,59	1,0

$$m(H_8) = \{(c_1; 0,3), (c_2; 0,4), (c_3; 0,1)\};$$

$$m(H_{21}) = \{(c_2; 0,3), (c_4; 0,2), (c_5; 0,2)\}.$$

Шаг 2. Нормализация мер доверия

Нормализованная мера достоверности событий определяется как (2):

$$m_i(C^f) = \frac{\mu(C_i)}{\sum_{C_i \in C^f} \mu(C_i)} \quad (2)$$

где C_i — любое событие из множества C^f , состоящее в неисправности одной или нескольких технологических связей.

$$m(H_8) = \{(c_1; 0,37), (c_2; 0,5), (c_3; 0,12)\};$$

$$m(H_{21}) = \{(c_4; 0,4), (c_5; 0,6)\}.$$

Шаг 3. Перераспределение мер доверия проводится с использованием выражения (3):

$$m_i^n(C^f) = f^i(x_i) \cdot \frac{\mu(C_i)}{\sum_{C_i \in C^f} \mu(C_i)} \quad (3)$$

где $f^i(x)$ определяется по (1) при этом c_o рассчитывается как оценка правдоподобия.

$$m'(H_8) = \{(c_1; 0,07), (c_2; 0,1), (c_3; 0,02), (c_o; 0,81)\};$$

$$m'(H_{21}) = \{(c_4 \vee c_5; 0,22), (c_2; 0,34), (c_o; 0,44)\}.$$

Определение меры конфликта проводится по формуле (4).

Для объединения различных свидетельств с распределениями мер доверия m_1 и m_2 в пользу одной гипотезы при $m_{1,2}(\emptyset) = 0$, используется правило Демпстера-Шефера:

$$m_{1,2}(C^f) = \frac{1}{1 - K} \sum_{C_i \cap C_j = C \neq \emptyset} m_1(C_i) m_2(C_j) \quad (4)$$

где K — мера конфликта ($m(\emptyset)$ – мера доверия, приходящаяся на пустое множество) вычисляется по формуле (5):

$m'(H_8) \backslash m'(H_{21})$	c_1	c_2	c_3
$m'(H_8)$	0,07	0,1	0,02
$c_4 \vee c_5$	\emptyset 0,015	\emptyset 0,02	\emptyset 0,004
c_2 0,34	\emptyset 0,02	c_2 0,03	\emptyset 0,006

$$m(\emptyset) = 0,02 + 0,02 + 0,006 + 0,015 + 0,004 = 0,1.$$

Расчет мер доверия, учитывающих обе гипотезы о неисправности связей, проводится согласно (3):

$$m(c_1) = (0,07 * 0,44) / 0,9 = 0,03;$$

$$m(c_2) = (0,03 + 0,04 + 0,27) / 0,9 = 0,37;$$

$$m(c_3) = (0,01) / 0,9 = 0,01;$$

$$m(c_4 \vee c_5) = (0,18) / 0,9 = 0,2;$$

$$m(c_o) = 0,36 / 0,9 = 0,39.$$

Результирующее распределение вероятностей:

$$m(H_8, H_{21}) = \{(c_1; 0,03), (c_2; 0,37), (c_3; 0,01), (c_4 \vee c_5; 0,2), (c_o; 0,39)\};$$

Шаг 4. Определение соответствующих интервалов и определение связи, содержащей неисправный элемент. Результаты расчетов представлены в табл.3.

Таким образом, в результате проведенных расчетов, при заданном пороговом уровне доверия, основанный на теории свидетельств Демпстера-Шефера анализ технологической ситуации производства формалина, при которой зарегистрировано повышение температуры выше допустимого и увеличение массовой доли кислорода, приводит к следующему распределению диагностических оценок:

$$c_1[0,03; 0,42], \quad c_2[0,37; 0,76], \quad c_4[0; 0,59], \quad c_5[0; 0,59], \quad C[1,0; 1,0]$$

Ввиду того, что по определению меру доверия (*Bel*) называют нижней вероятностью, а меру правдоподобия (*Pl*) соответственно верхней вероятностью возможна следующая интерпретация результирующего

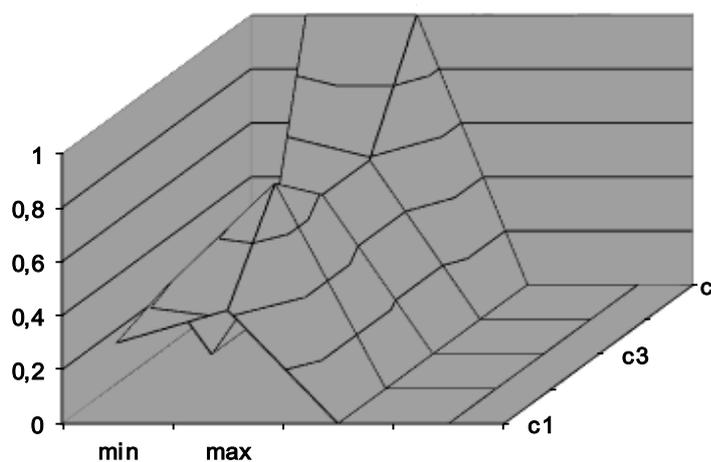


Рис. 3. Распределение вероятностей диагноза, вычисленного с использованием методов теории свидетельств Демпстера-Шефера

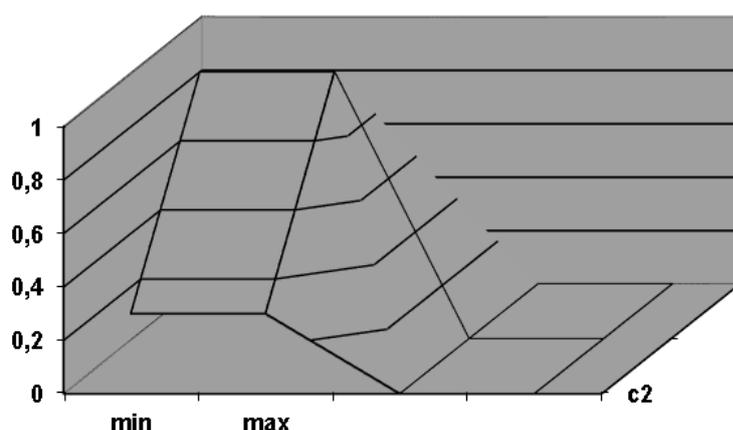


Рис. 4. Распределение вероятностей диагноза с использованием принципа обобщения

диагноза: вероятность наличия неполадок в связи c_2 не менее 37% и не более 76%. По результатам расчетов, гипотезы о наличии неполадок в связях c_1 , c_3 , c_4 , c_5 не подтвердились. Даже при общем подходе к задаче экспертной классификации применение правила Демпстера-Шефера позволяет сделать полученные данные не противоречивыми и использовать их для объединения с результатами математического моделирования. Так как на настоящий момент не существует законченной теории нечетких случайных событий, использование комбинированного подхода с позиций теории нечетких множеств и Демпстера-Шефера вполне оправдано.

На рис. 3, 4 представлены результаты вычислений экспертных оценок соответственно по методу Демпстера-Шефера и с помощью принципа обобщения. По полученным экспериментальным данным установлено, что результирующий диагноз с использованием принципа обобщения определяет возможность неполадки

в газовой связи подачи воздуха на смешение, игнорируя при этом гипотезу о наличии неполадок в гидравлической связи подачи метанола.

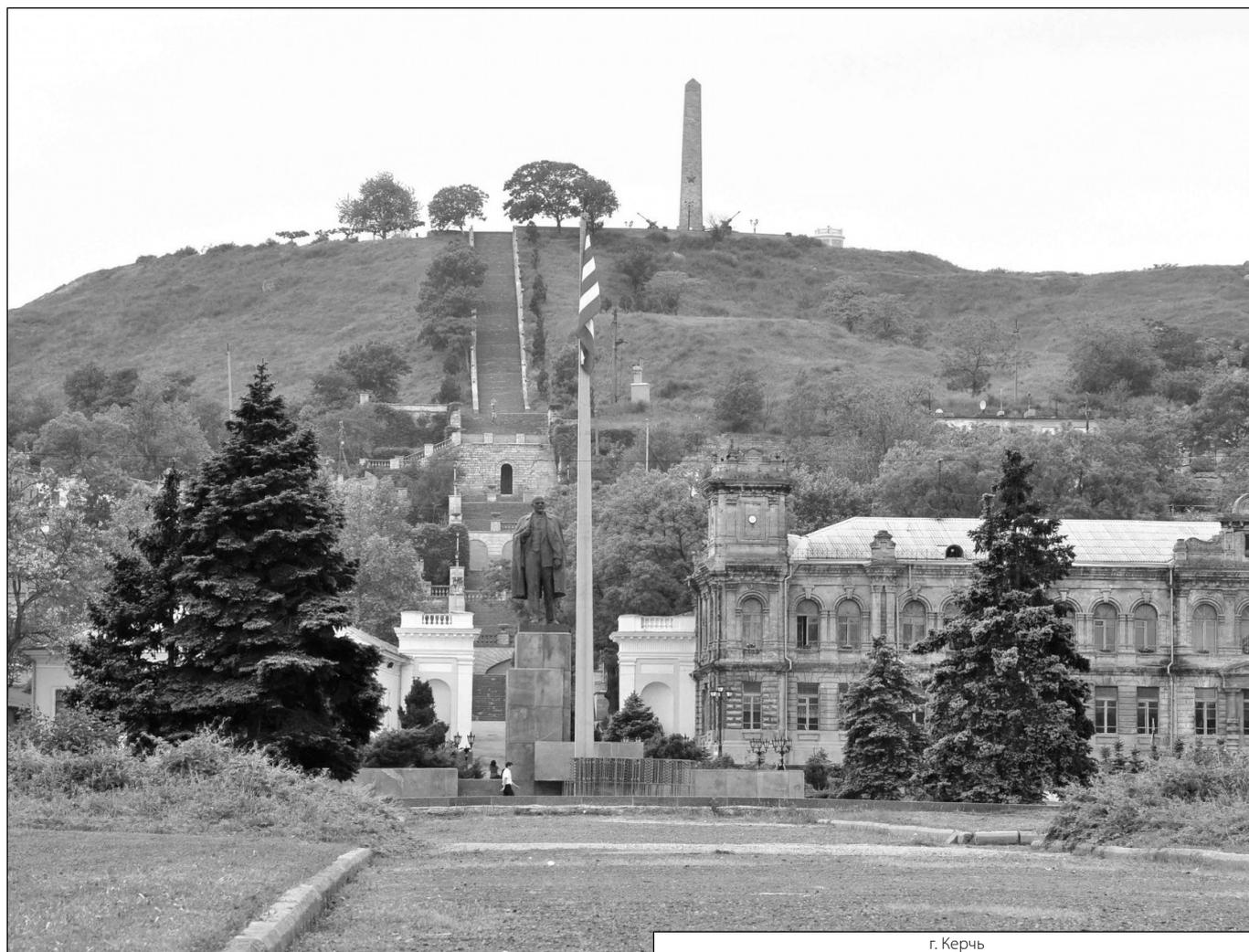
Заключение

В результате проведенного синтеза установлено: для вычисления окончательного диагноза в задаче поиска неисправностей применены методы теории свидетельств Демпстера-Шефера. Основанием их применения стало требование минимизации традиционных ошибок принятия решений. Для решения проблем интерпретации результатов экспертных оценок модифицирован расчет мер доверия для каждой гипотезы. При этом мера доверия подвергается процедуре нормализации и рассчитывается с учетом величины отклонений технологических переменных на интервале наблюдения. Разработанные модели и методы вошли в состав автоматизированной системы поддержки принятия решений экологического мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.Ф. Региональная безопасность (эколого-информационный аспект) / Абрамов Ю.Ф., Душутин В.К., Сидоркина Е.В. — Иркутск: Изд-во Иркутского госуниверситета, 2003. — 200 с.
2. Абрамович Ф.П. Решение нечетких систем линейных алгебраических уравнений LR-типа / Абрамович Ф.П., Вагенкнехт М.А., Хургин Я.И. // Методы и системы принятия решений. — Рига: РПИ, 1987. — С. 35–47.
3. Александреску А. Современное проектирование на C++ / Александреску Андрей. — Серия C++ In-Depth, т. 3.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. — 336 с.
4. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере / Белов П.Г. — М.: Академия, 2003. — 512 с.
5. Варзар Р.Л. Разработка автоматизированной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха: [Электронный ресурс] / Варзар Р.Л. — Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2009/fvti/varzar/diss/index.htm>.
6. Владимиров В.А. Оценка риска и управление техногенной безопасностью. Монография. / Владимиров В.А., Измалков В.И., Измалков А.В. — М.: ФИД «Деловой экспресс» — 2002–184 с.
7. Кривогуз Д.О. Влияние склоновых процессов на состояние землепользования Керченского полуострова / Д.О. Кривогуз // Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции «Техносферная безопасность. Современные реалии». — Махачкала: Дагестанский государственный технический университет, 2019. — С. 96–100
8. Теория выбора и принятия решений: Учебное пособие. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. — 328 с.

© Малько Сергей Владимирович (sergmalko@mail.ru), Доровской Владимир Алексеевич,
Семенова Анна Юрьевна, Доровская Ирина Дмитриевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Керчь

DOI 10.37882/2223–2966.2021.08.22

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ОТСЛЕЖИВАНИЯ АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

THE RESEARCH OF USER ACTIVITY TRACKING TOOLS IN E-LEARNING SYSTEMS

N. Matrosova

Summary. Tracking user activity can help you design recommendation engines. Therefore, in this article, the author decided to investigate the tools that recognize and record user actions in e-learning systems (for example, LMS Moodle). In particular, the article considers the tools that allow obtaining information about the general activity of the user and about the movement of the mouse pointer. It also touches on the issue of the correlation between gaze movement and the mouse pointer. The article focuses on simple monitoring tools that can be used by any owner of an Internet service.

Keywords: e-learning system, mouse tracking, action tracking system, activity monitoring, eye tracking.

Матросова Наталья Дмитриевна

Аспирант, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»
ndmatrosova@itmo.ru

Аннотация. Отслеживание активности пользователей может помочь при разработке рекомендательных механизмов. Поэтому в своей статье автор решил исследовать средства, которые распознают и фиксируют действия пользователей в системах электронного обучения (на примере LMS Moodle). В частности, рассмотрены средства, позволяющие получать информацию об общей активности пользователя и о движении указателя мыши. Также затронут вопрос о корреляции движения взгляда и указателя мыши. Акцент в статье сделан на простые средства мониторинга, которыми может воспользоваться любой владелец интернет-сервиса.

Ключевые слова: система электронного обучения, трекинг мыши, система отслеживания действий, мониторинг активности, айтрекинг.

В современном мире системы электронного обучения все чаще используются на разных уровнях образования. Благодаря таким системам обеспечивается постоянный доступ к информационным, методическим и учебным материалам, появляется возможность строить индивидуальные образовательные маршруты, используя различные рекомендательные алгоритмы и механизмы.

Построение и разработка рекомендательных механизмов может начинаться с мониторинга активности пользователей с целью получения данных для дальнейшего анализа и обработки. В рамках данного исследования автор рассмотрит средства отслеживания активностей пользователей в системах электронного обучения.

В качестве системы электронного обучения (СЭО) выступал портал курсов повышения квалификации, разработанной на платформе Moodle. Moodle (аббревиатура от Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, или в переводе модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда) — это одна из систем управления обучением (LMS), ориентированная на организацию взаимодействия между преподавателем и обучающимися. Работа пользователя на портале заключалась в изучении информационного материала

на определенном дистанционном курсе, выполнении заданий, тестов и/или создании собственного контента.

Под отслеживанием активности пользователей понимается процесс отслеживания действий и поведение пользователей. Очень близкое к данному понятию «система контроля действий пользователя» имеет более жесткую функциональность — помимо отслеживания действий, такая система может еще и предотвращать нежелательную активность. Автор статьи остановится именно на отслеживании активности пользователей, или «мониторингом активности пользователей».

Одной из главных особенностей мониторинга активности является юридическое регулирование: любая фиксация действий должна происходить с предварительным уведомлением пользователей и получением от них согласия. В случае, если пользователь отказывается предоставить такое согласие, необходимо предложить ему покинуть интернет-страницу или не записывать его действия.

После решения юридических вопросов, имеет смысл решить каким именно образом будет отслеживаться информация о поведении. На данный момент, можно разделить способы отслеживания действия пользователя на две группы:

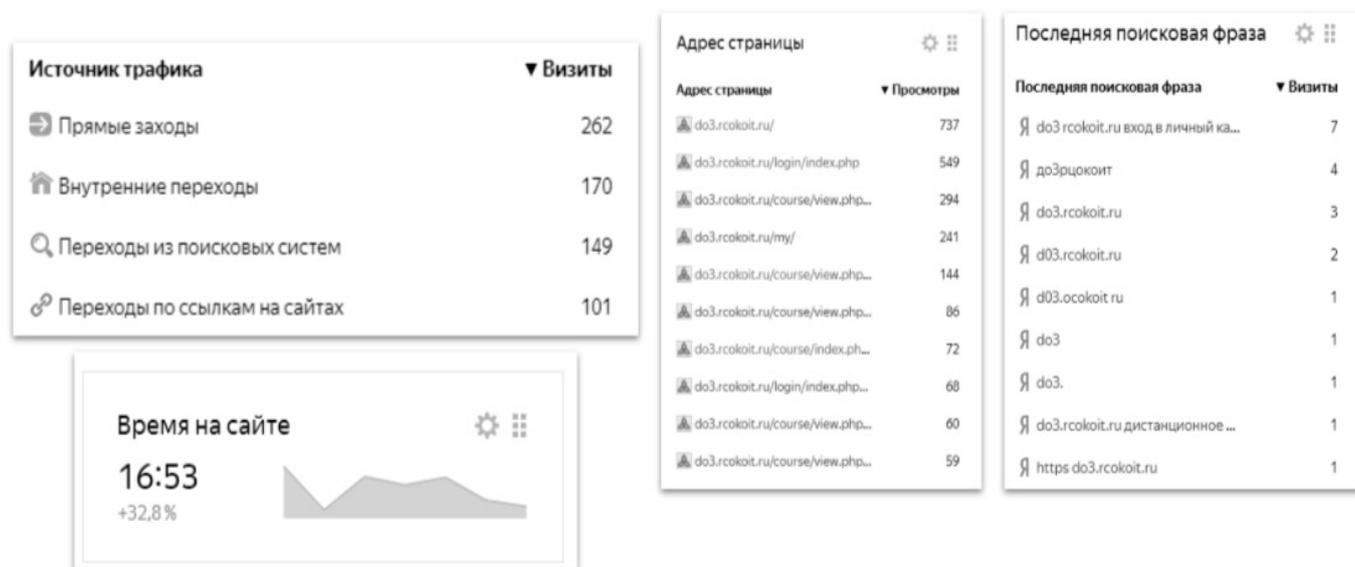


Рис. 1. Яндекс.Метрика — общая информация об активности пользователей

Настроить столбцы		Дата и время визита	Активность	Время на сайте	Просм...
+ 11		28.10 23:18	●●●●	2:14:17	15
+ 12		28.10 22:43	●●●	4:45	3
+ 13		28.10 22:43	●●●	1:41:19	7
+ 14		28.10 21:29	●	0:22	3
+ 15		28.10 21:26	●●●	1:16:54	5

Рис. 2. Вебвизор Яндекс. Метрика — пример полученных записей сессий

- ◆ с помощью специальных устройств;
- ◆ с использованием специального программного обеспечения и онлайн-сервисов.

К специальным устройствам могут относиться такие устройства, как система отслеживания движений головы, системы захвата движений, отслеживатель глаз (айтрекеры) и т.п. Остановимся немного подробнее на айтрекинг — процесс, который изучает зрительное восприятие. Данная технология зародилась еще в XIX в. Айтрекеры представляют собой устройство, которое распознает и записывает точки фиксации и пути пере-

мещения взгляда. [3] Недостатком использования таких устройств является их обязательное наличие на компьютере, с которого работает пользователь. Таким образом, в дальнейшем тексте автор остановится на возможностях специального программного обеспечения (ПО) и онлайн-сервисов для отслеживания активности пользователя.

Как уже упоминалось ранее, с помощью специальных средств можно фиксировать движения головы, зрачков, конечностей тела, но с использованием только ПО список действий для отслеживания сокращает-

ся: чаще всего в таких ситуациях отслеживаются активность пользователя на сайте и/или трекинг указателя мыши.

Рассмотрим подробнее, во-первых, активность пользователя на сайте — данные, которые могут в себе содержать данные о:

- ◆ точке входа пользователя, то есть откуда он перешел на данную страницу: с другой страницы сайта, с поисковой системы, с социальной сети и т.д.;
- ◆ точка выводе, то есть странице, которая была последней в сессии пользователя;
- ◆ переходы между страницами — сколько переходов он сделал между страницами, за какое время и т.п.;
- ◆ времени входа на сайт (адап и время);
- ◆ сведения об браузере и устройстве пользователя
- ◆ другое в зависимости от средств мониторинга.

Самыми известными средствами мониторинга активности пользователей на сайтах являются Яндекс.Метрика и Google.Аналитика, которые с помощью специально-подключаемого счетчика получают доступ к информации о пользователях, заходящих на сайт. Оба данных средства мониторинга имеют схожие функциональные возможности: наборы базовых отчетностей, фильтрацию данных, возможности визуализации. [4]

На рисунке 1 приведен пример общей информации об источнике трафика и количестве просмотров определенных страниц с использованием Яндекс.Метрики. По полученным общим данным можно сделать вывод о наиболее частых опечатках при переходе на портал через поисковую систему «Яндекс», среднем количестве времени на сайте и страницах, которые чаще всего посещают.

Использование перечисленных средств может помочь определить причину отмены выполнения какого-либо действия на сайте, определить наиболее и наименее популярные маршруты пользователей, а также выявить их соответствие задуманным.

Также стоит заметить, что многие системы электронного обучения (СЭО) имеют собственные средства мониторинга активности пользователей. Например, LMS Moodle обладает внутренним журналом действий и позволяет получать доступ к расширенной статистике [6], а платформа EdX — модуль отслеживания активностей пользователей. [5] Особенностью таких внутренних средств мониторинга является невозможность получения данных о точках входа пользователя или количестве переходов с социальных сетей.

Во-вторых, исследуем средства отслеживания указателя мыши (трекинг мыши, трекинг указателя мыши). Отслеживание указателя мыши могут включать в себе информацию о:

- ◆ непосредственно движению указателя мыши с фиксированием координат относительно экрана устройства пользователя;
- ◆ простое — время неактивности указателя;
- ◆ кликах — количество и место кликов, а также информация о клике левой или правой кнопки мыши;
- ◆ скроллинге — информация о пролистывании экрана с использованием колеса «прокрутки»;
- ◆ также может о скорости перемещении.

Движения указателя мыши хорошо фиксируется с помощью вебвизора Яндекс.Метрики — происходит запись каждой сессии каждого пользователя, которую можно потом просмотреть (См. Рисунок 2). Хотелось бы здесь акцентировать внимание, что, несмотря на то, что Вебвизор содержит в себе информацию для построения тепловых карт, карт кликов, это возможно не для всех сайтов. Портал, который используется как пример в данном исследовании, не обладает необходимыми условиями для построения автоматических карт.

Также особенностью Вебвизора является не хранение координат передвижения мыши, а воспроизведение движений пользователя в видео-формате.

Для LMS Moodle существует ряд расширений, которые могут быть установлены в систему, для фиксации координат указателя мыши. Отдельно хотелось бы остановиться на разработке [2]. Координаты движения мыши записываются в отдельную базу данных на сервере, что усложняют работу с данными.

Существуют исследования, которые анализируют соответствие движения взгляда и указателя мыши. В своем исследовании авторы [1] приходят к выводу, что точность сопоставления указателя и взгляда достаточно высока. Поэтому в исследованиях, в которых нет возможности использовать специальные устройства для трекинга взгляда, можно использовать ПО или сервисы для трекинга мыши.

В качестве вывода, автор хотел бы заметить, что в данной статье были рассмотрены самые распространенные средства отслеживания активности пользователей. Существует ряд решений, которые доступны на JavaScript, HTML и CSS — такие решения позволяют получать более точные, с точки зрения исследователя, данные, но при этом они сложнее из-за необходимости получать доступ к базам данных и требуют больше трудоемкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Boi, Paolo & Fenu, Gianni & Spano, Lucio & Vargiu, Valentino. (2016). Reconstructing User's Attention on the Web through Mouse Movements and Perception-Based Content Identification. *ACM Transactions on Applied Perception*. 13. 1–21. 10.1145/2912124. (URL: https://www.researchgate.net/publication/303711174_Reconstructing_User's_Attention_on_the_Web_through_Mouse_Movements_and_Perception-Based_Content_Identification)
2. Purnama, Fajar & Sukhbaatar, Otgontsetseg & Choimaa, Lodoiravsal & Usagawa, Tsuyoshi. (2020). Implementation of real-time online mouse tracking on overseas quiz session: From server administrator point of view. *Education and Information Technologies*. 25. 10.1007/s10639-020-10141-3.
3. Абабкова Марианна Юрьевна, Розова Наталья Константиновна К вопросу о месте технологии айтрекинга в российской высшей школе // *Известия ВГПУ*. 2020. № 3 (146). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-meste-tehnologii-aytrekinga-v-rossiyskoy-vysshey-shkole> (дата обращения: 03.06.2021).
4. Иванченко О.В., Барауля Е.В. Веб-аналитика в формировании исследовательской информационно-коммуникационной инфраструктуры маркетинга отношений // *Вестник РГЭУ РИНХ*. 2020. № 1 (69). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/veb-analitika-v-formirovanii-issledovatel'skoy-informatsionno-kommunikatsionnoy-infrastruktury-marketinga-otnosheniy> (дата обращения: 03.06.2021).
5. Матросова Н.Д., Штенников Д.Г. Методы построения индивидуальных образовательных траекторий с использованием платформы массовых онлайн курсов Edx // *Проблемы и перспективы внедрения свободного программного обеспечения в образовательных организациях Санкт-Петербурга. Мат-лы XII конференции* — 2019. — С. 41–46
6. Матросова Н.Д., Штенников Д.Г. Расширенная статистика LMS Moodle // *Проблемы и перспективы внедрения свободного программного обеспечения в образовательных организациях Санкт-Петербурга. Мат-лы XI конференции* — 2018. — С. 16–21

© Матросова Наталья Дмитриевна (ndmatrosova@itmo.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



НИУ ИТМО

СИНТЕЗ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ ЦЕНТРА МАСС САМОЛЕТА В БОКОВОМ ДВИЖЕНИИ ДЛЯ ИМИТАТОРА БЛОКА КСУ ТРЕНАЖЕРНОГО УСТРОЙСТВА ИМИТАЦИИ ПОЛЕТА

SYNTHESIS OF A SEMI-AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR THE POSITION OF THE CENTER OF MASS OF AN AIRCRAFT IN LATERAL MOTION FOR A SIMULATOR OF A BLOCK OF AN INTEGRATED CONTROL SYSTEM OF A FLIGHT SIMULATION TRAINING DEVICE

**S. Mitrofanov
S. Rybnikov**

Summary. The principle of constructing a semi-automatic control system for the position of the center of mass of an aircraft in lateral movement for a simulator of a block of an integrated control system of a simulator for simulating a flight of a promising medium-range passenger aircraft is briefly described. The characteristics of the pilot as a link of the control system with coefficients for various variants of the frequency of the driving function are described. In the course of the study, the coefficients of the control laws for various flight modes of the aircraft in lateral motion were obtained. Transient graphs demonstrate the quality of the synthesized system.

Keywords: aviation trainer, lateral movement, semi-automatic control system.

Митрофанов Сергей Юрьевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
seymitrofanov@mail.ru

Рыбников Сергей Игоревич

Д.т.н., ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
Rybnikov@mail.ru

Аннотация. Кратко описывается принцип построения полуавтоматической системы управления положением центра масс самолета в боковом движении для имитатора блока комплексной системы управления тренажерного устройства имитации полета перспективного среднемагистрального пассажирского самолета. Описываются характеристики пилота как звена системы управления с коэффициентами для различных вариантов частоты вынуждающей функции. В ходе исследования получены коэффициенты законов управления для различных режимов полета самолета в боковом движении. Графики переходных процессов демонстрируют качество синтезированной системы.

Ключевые слова: авиационный тренажер, боковое движение, полуавтоматическая система управления.

Введение

Полуавтоматическая система управления предусматривает участие человека в передаче сигналов в замкнутых контурах управления и содержит устройство для формирования законов управления.

Полуавтоматические системы управления применяются в тех случаях, когда участие человека в замкнутой системе в качестве ее звена обеспечивает большую точность и безопасность управления, чем это может обеспечить автоматическая система. В полуавтоматических системах человек и управляемый им объект образуют единую систему «человек-машина». Оптимальное взаимодействие человека и машины достигается в случае, если машина сконструирована

с учетом возможностей человека, а человек хорошо знает динамические возможности объекта управления [1]. На рисунке 1 изображена функциональная схема полуавтоматической системы, включая человека (пилота) и объект управления, в качестве которого выбран самолет с его приборами и регулирующими органами.

1. Характеристики пилота как звена системы управления

Пилот, как динамическое звено, является нелинейной системой. Он обладает способностью приспособляться к различным по динамическим характеристикам самолетам. Осуществляя управление самолетом, пилот может работать как инерционное, дифференцирующее,

Таблица 1

Частота вынуждающей функции, Гц	$1/T_1$	$1/T_2$	T	a	k
0.16	0.04	1.5	0.15	0.08	100
0.32	0.11	4.55	0.2	0.055	40
0.5	0.20	11	0.25	0.067	15

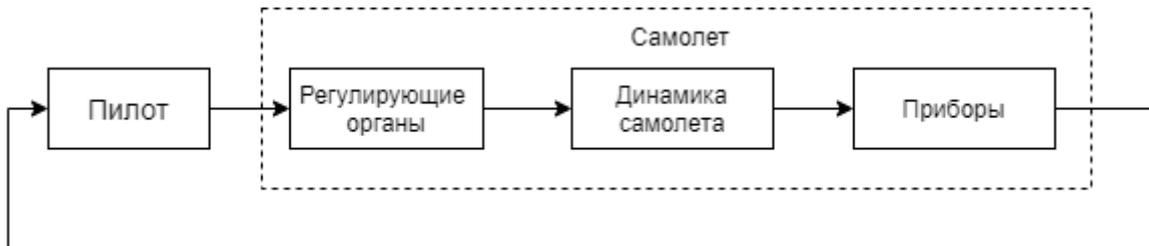


Рис. 1. Функциональная схема связи пилота и самолета

интегрирующее звенья или же выполнять функции блока дискретной выборки данных. Другими словами, оператор как звено является нелинейной динамической системой с переменными параметрами, и со свойствами самоприспособления. Однако такое звено нередко полагают линейным и оценивают передаточные свойства оператора передаточной функцией, справедливой только в частных случаях.

При работе в стационарном контуре управления, подверженном стационарным возмущениям, передаточная функция пилота (оператора) может быть аппроксимирована выражением:

$$W_{\pi}(s) = \frac{ke^{-sT}(aT_1s + 1)}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)}, \tag{1}$$

где T — время, характеризующее формирование ответной реакции на входной сигнал; T_1 и T_2 — постоянные времени, характеризующие передачу сигнала; a — коэффициент, учитывающий опыт, тренировку, утомление, вид задания и др.

Структурная схема передаточной функции может быть представлена тремя последовательными звеньями. Передаточная функция первого звена имеет вид:

$$W_1(s) = e^{-sT} \tag{2}$$

Передаточная функция (2) справедлива в том случае, когда пилот при управлении самолетом наблюдает за показаниями только одного прибора, а именно за отклонением одного параметра от заданного значения. При наблюдении за n параметрами, передаточная функция (2) принимает вид:

$$W_1(s) = e^{-snT} \tag{3}$$

Передаточная функция следующего звена представляет собой комбинацию усилительного, апериодического и форсирующего звена:

$$W_2(s) = \frac{k_1(aT_1s + 1)}{(T_1s + 1)} \tag{4}$$

Постоянная времени T_1 апериодического звена определяется продолжительностью оценки полученной информации и выработки ответной реакции. Форсирующее звено отражает способность пилота реагировать на скорость изменения контролируемого параметра, а также компенсировать запаздывание в получении информации и выработке ответной реакции.

Передаточная функция следующего звена отражает нервно-мышечные процессы воздействия на органы управления:

$$W_3(s) = \frac{k_2}{(T_2s + 1)}$$

Численные значения коэффициентов передаточной функции (1) приведены в таблице 1.

Ответная реакция пилота на непрерывный сигнал является не непрерывной, а дискретной. Это связано с тем, что сигнал или передается в центральную нервную систему или не передается. Тренированный человек способен совершать до двух ответных реакций в секунду при двух раздражениях, это определяет полосу пропускания частот порядка 0,5 Гц. При этом, чем больше частота воспринимаемого сигнала, тем менее точна ответная реакция оператора на этот сигнал.

Таблица 2

N	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
1	-1.4913	-2.3278	0.6382	0.2730
2	-1.6823	-2.7866	0.6768	0.2804
3	-1.9308	-3.4008	0.7453	0.2890
4	-2.9121	-5.8623	1.1853	0.3189
5	-3.6674	-7.7135	1.6228	0.3440

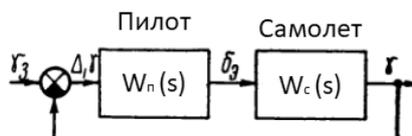


Рис. 2. Структурная схема управления креном

Поскольку пилот не может точно выполнить операции дифференцирования и интегрирования и другие вычисления более высокого порядка, то не следует поручать ему эти операции. Оператор в контуре управления должен выполнять операции, требующие логического мышления, а также функции простого усиления сигналов с частотами, не превышающими 0,5 Гц. Количество информации, предъявляемое оператору для переработки и формирования управляющих сигналов не должно превышать 3–4 бит/с.

2. Синтез структуры полуавтоматического управления положением центра масс самолета в боковом движении

При аналитическом конструировании системы управления с n -мерным вектором фазовых координат X , с одним управляющим воздействием u , с квадратной матрицей A коэффициентов внутренних связей и матрицей-столбцом B коэффициентов при управляющем воздействии, на основе математической модели расширенного объекта

$$dX/dt = AX + Bu$$

определяется алгоритм управления

$$u = -KX$$

минимизирующий заданный функционал

$$J = \int_0^{\infty} F(x_1, x_2, \dots, x_n, u) dt = \int_0^{\infty} [\sum_{i=1}^n d_i x_i^2(t) + d_u u^2(t)] dt$$

Для стабилизации центра масс самолета на заданной траектории в боковом движении пилоту необхо-

дима информация о боковом отклонении Δz самолета от заданной траектории, о первой и второй производных от этого отклонения. Пилот должен воспринимать и анализировать показания трех приборов. Информация об отклонении $\Delta \psi$ текущего курса от заданного используется в качестве информации о скорости отклонения центра масс самолета от заданной траектории, что справедливо при отсутствии бокового ветра: $\dot{z} = V \Delta \psi$.

С учетом отношения $\dot{\psi} \approx \frac{g}{V} \gamma$ очевидна зависимость между второй производной отклонения и креном самолета:

$$\ddot{z} \approx g \gamma$$

Внутренний контур синтезируемой системы содержит полуавтоматическую систему управления креном, структурная схема которой, изображена на рисунке 2.

На схеме пилот представлен звеном с передаточной функцией $W_n(s)$. На вход звена подается сигнал отклонения текущего крена от его заданного значения: $\Delta \gamma = \gamma_{зад} - \gamma$.

Приведем результаты нескольких вариантов синтеза и математического моделирования полуавтоматической системы управления углом крена γ . В процессе синтеза получены значения коэффициентов закона управления K_1 – K_4 , указанные в таблице 2. Численные значения для передаточной функции пилота приведены в таблице 1 для частоты вынуждающей функции 0.5 Гц.

Рассматривается отработка заданного значения угла крена $\gamma = 30^\circ$ без ограничения отклонения элеронов и с ограничением отклонением элеронов $\pm 15^\circ$.

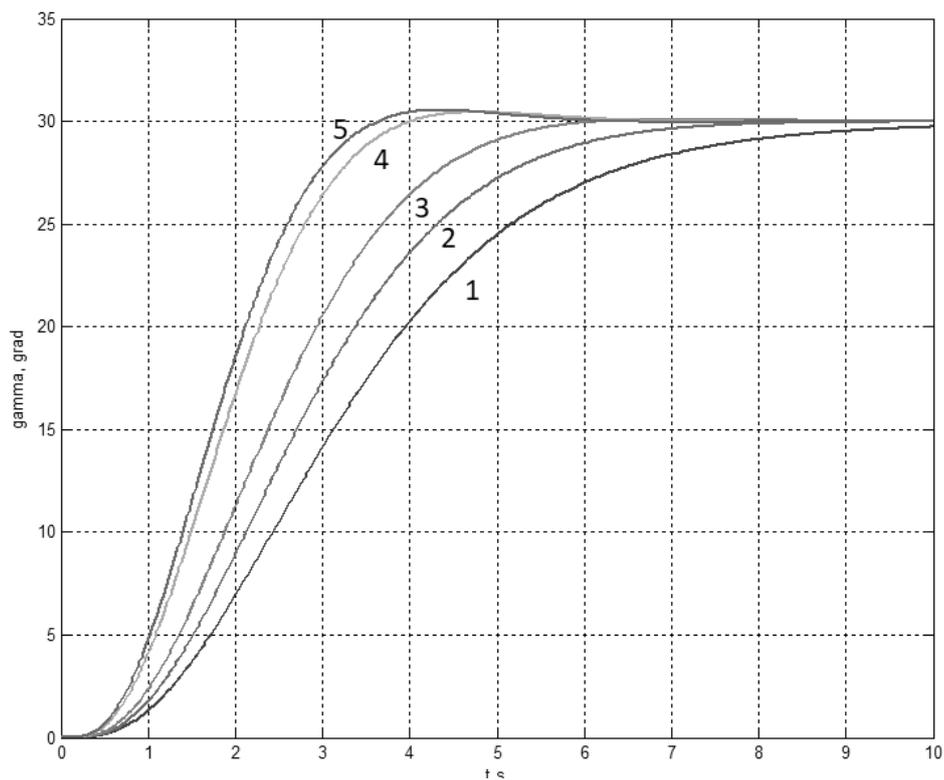


Рис. 3. Переходные процессы по углу крена при различных параметрах K_I-K_d

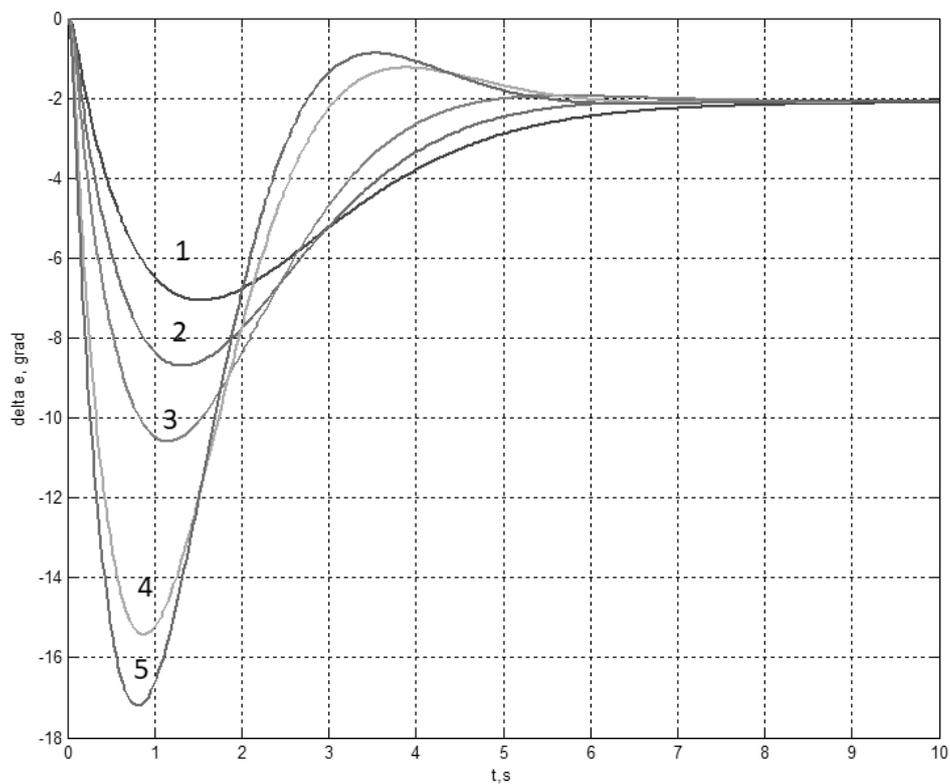


Рис. 4. Переходные процессы по отклонению элеронов при различных параметрах K_I-K_d

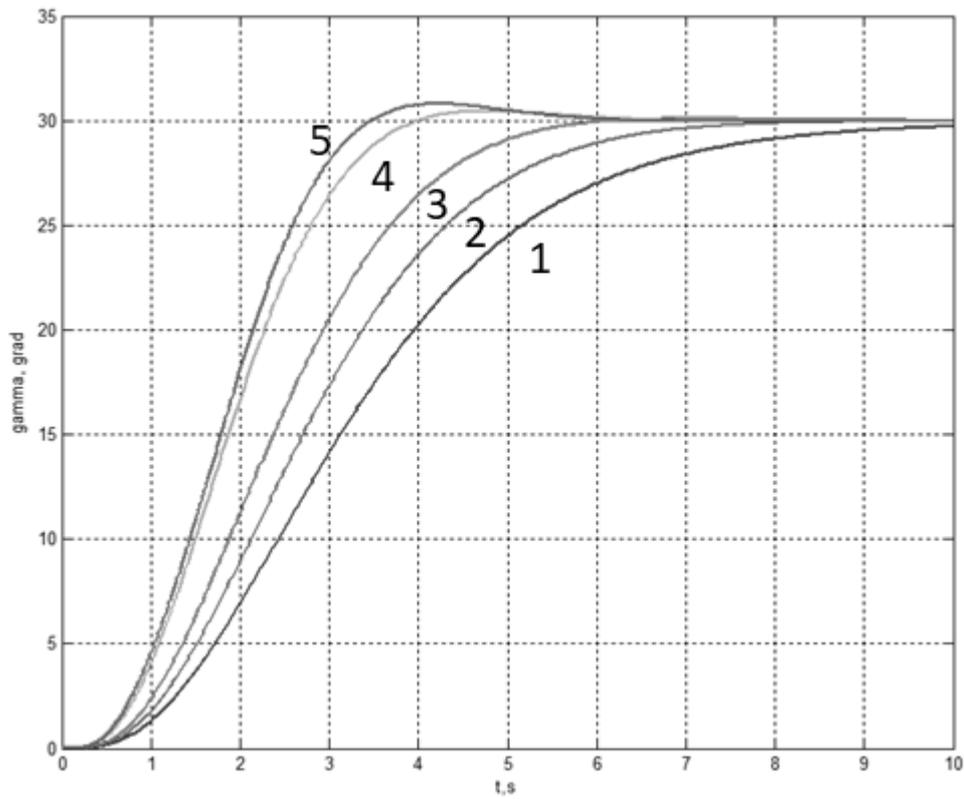


Рис. 5. Переходные процессы по углу крена при различных параметрах K_I-K_d

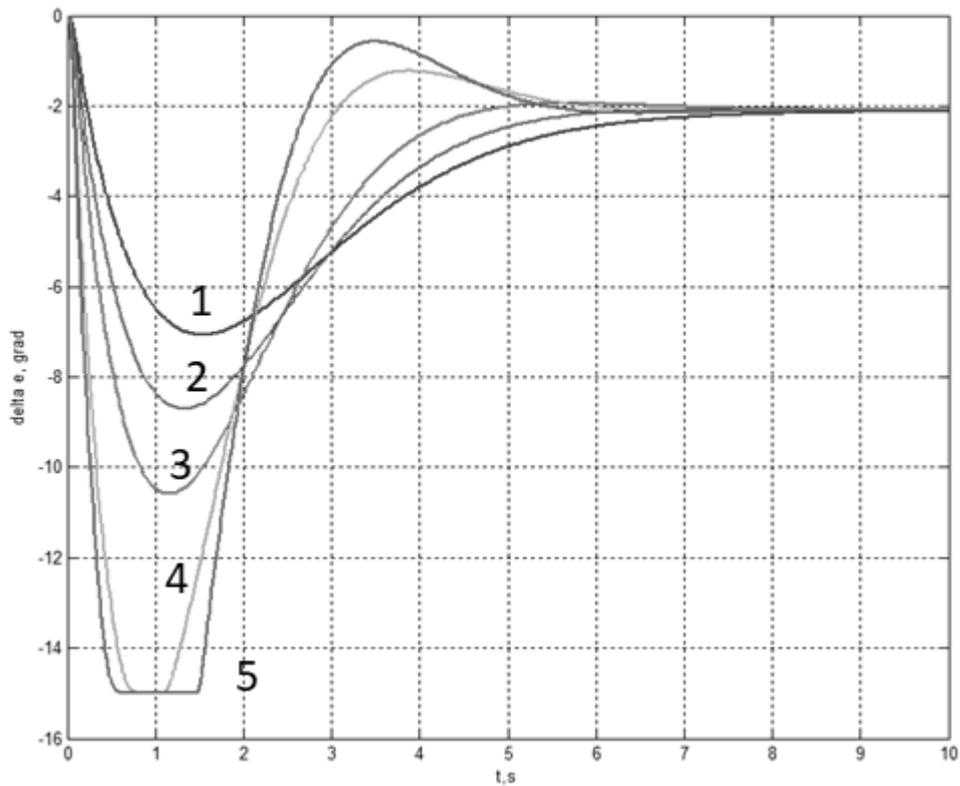


Рис. 6. Переходные процессы по отклонению элеронов при различных параметрах K_I-K_d

Таблица 3

Варианты	$\omega, 1/c$	K(1)	K(2)	K(3)	K(4)
1	0.03	0.2653	0.5817	0.0118	0.0001
2	0.05	0.3139	0.6960	0.0198	0.0003
3	0.07	0.3607	0.8081	0.0279	0.0005

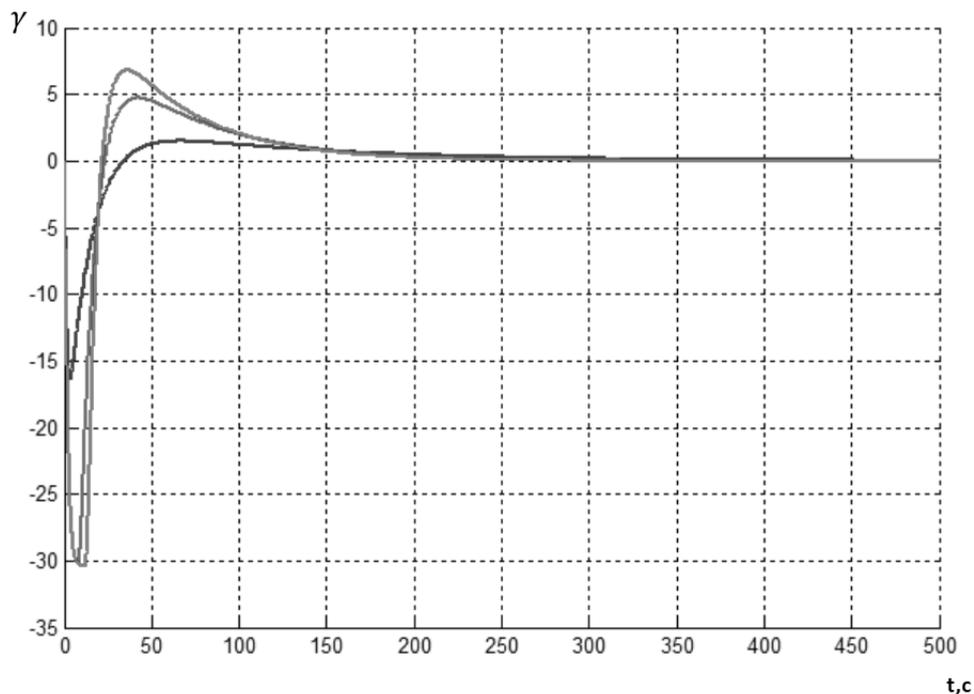


Рис. 7. Переходный процесс по углу крена в полуавтоматической системе управления

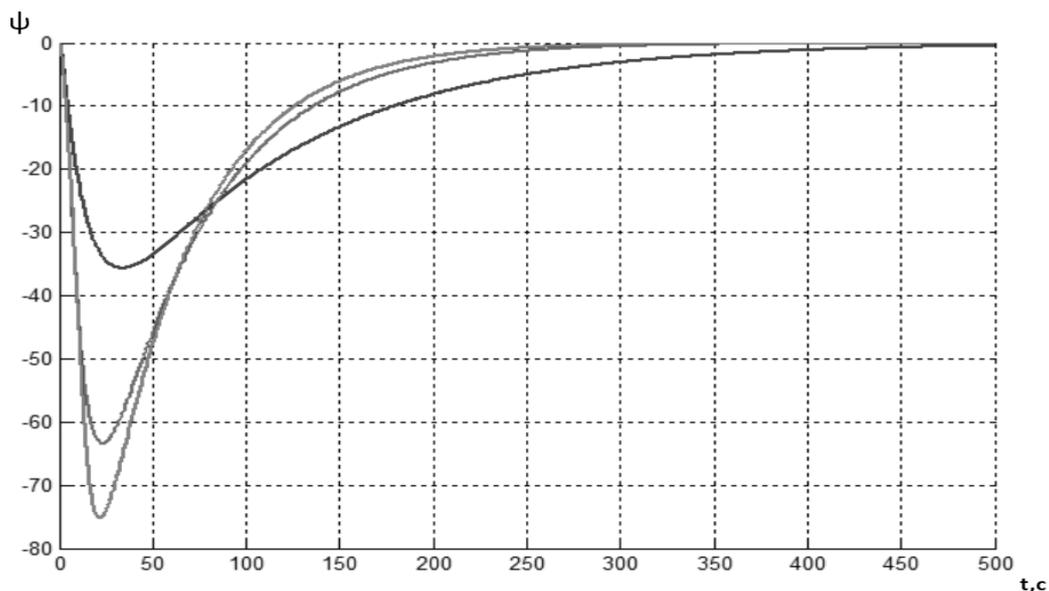


Рис. 8. Переходный процесс по углу курса в полуавтоматической системе управления

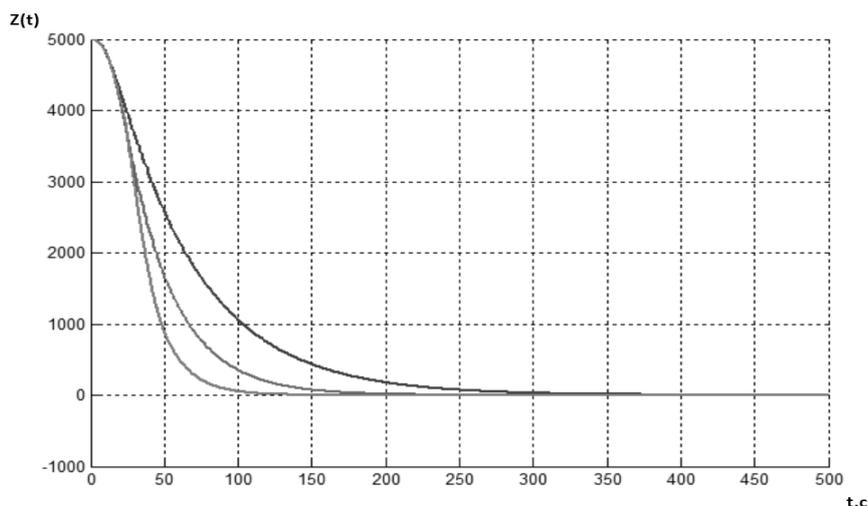


Рис. 9. Линии траектории самолета Z(t) при выполнении S-образного маневра.

В таблице 2 значения коэффициентов закона управления при отработке заданного значения угла крена $\gamma_{зад} = 30^\circ$.

Результаты математического моделирования при отработке заданного значения угла крена $\gamma_{зад} = 30^\circ$ при ограничении отклонения элеронов $\pm 15^\circ$ представлены на рисунках 3 и 4.

Результаты математического моделирования при отработке заданного значения угла крена $\gamma_{зад} = 30^\circ$ при ограничении отклонения элеронов $\pm 15^\circ$ представлены на рисунках 5 и 6.

Для S-образного маневра при $z_0=5000$ м, $\gamma_0=0^\circ$, $\psi_0=0^\circ$, $|\gamma|_{max}=30^\circ$ получены значения времени переходного процесса T_{mn} , показанные на рисунках 7, 8 и 9, значения коэффициентов параметров системы полуавтоматического управления приведены в таблице 3.

Заключение

Показан принцип построения полуавтоматической системы управления положением центра масс самолета в боковом движении для имитатора блока комплексной системы управления тренажерного устройства имитации полета перспективного среднемагистрального пассажирского самолета. Математическая модель объекта управления имеет вид: $dX/dt = AX + Bu$, с законом управления $u = -KX$, который минимизирует заданный функционал.

$$J = \int_0^{\infty} F(x_1, x_2, \dots, x_n, u) dt = \int_0^{\infty} \left[\sum_{i=1}^n d_i x_i^2(t) + d_u u^2(t) \right] dt.$$

Получены коэффициенты закона управления и построены качественные переходные процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. David Allerton, Principles of Flight Simulation, John Wiley & Sons, Ltd, 2009
2. Красовский, А.А. Авиационные тренажеры / А.А. Красовский [и др.] — М.: Изд. ВВИА им. Жуковского, 1992. — 320 с.
3. Бюшгенс Г.С., Студнев Р.В. Динамика пространственного движения самолета. М.: Машиностроение, 1965. — 370 с., ил.
4. Динамика полета: Учебник для авиационных вузов / Мхитрян А.М., Лазнюк П.С., Максимов В.С. и др. — М.: Машиностроение, 1978. — 424 с.
5. Пашковский И.М. Динамика и управляемость самолета. — М.: Машиностроение, 1987. — 429 с.
6. Красовский А.А. Основы теории авиационных тренажеров. М.: Машиностроение, 1995. — 304 с., ил.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РЕНТГЕНОЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ СЕПАРАЦИИ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ РУД КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

ANALYSIS OF X-RAY LUMINESCENT SEPARATION OF DIAMOND ORES AS AN AUTOMATION OBJECT

**Yu. Podkamenny
Yu. Bebikhov
A. Semenov
V. Spiridonov**

Summary. The paper discusses the basic principles of X-ray luminescent separation of diamond ores as an automation object and analyzes modern technical solutions and basic organizational and technical issues, the solution to which will contribute to the effective implementation of automated control systems in separation. The complex automation systems of processing plants (ore mills) are described. The process and principle of operation of the X-ray luminescent separator of diamond ores are described. It is expedient to automate the X-ray luminescent separation using an automated control system. The issues of designing an automated control system with a human-machine interface are considered. An APCS system and an interface of the automated operator-technologist workstation, upgraded through implementing RSLogix 5000 and FactoryTalk View production management software are described.

Keywords: automated control, process, X-ray luminescent separation, processing plant, mining enterprise, diamond ore.

Подкаменный Юрий Александрович

*К.т.н., доцент, Политехнический институт
(филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Мирный
mirniy.yuriy@mail.ru*

Бebихов Юрий Владимирович

*К.ф.-м.н., доцент, Политехнический институт
(филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Мирный
bebikhov.yura@mail.ru*

Семёнов Александр Сергеевич

*К.ф.-м.н., Политехнический институт (филиал)
СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Мирный
sash-alex@yandex.ru*

Спиридонов Валентин Михайлович

*Политехнический институт (филиал) СВФУ
им. М.К. Аммосова, г. Мирный
kafeiagp@rambler.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены основные принципы автоматизации рентгенолюминесцентного разделения алмазосодержащих руд как объекта автоматизации, проанализированы современные технические решения, а также основные организационные и технические проблемы, решение которых будет способствовать эффективному внедрению автоматизированных систем управления технологическим процессом сепарации. Описаны комплексные системы автоматизации на перерабатывающих предприятиях (обогачительных фабриках). Приведено описание процесса и принцип работы рентгенолюминесцентного сепаратора алмазосодержащих руд. Автоматизацию рентгенолюминесцентного разделения целесообразно решать с помощью системы автоматического управления. Рассмотрены вопросы проектирования системы автоматического управления с человеко-машинным интерфейсом. Представлена модернизированная система АСУ ТП, а также обновленный интерфейс автоматизированного рабочего места оператора-технолога, за счет внедрения программного обеспечения RSLogix 5000 и информационной системы управления промышленным производством FactoryTalk View.

Ключевые слова: автоматическое управление, технологический процесс, рентгенолюминесцентная сепарация, обогачительная фабрика, горное предприятие, алмазосодержащая руда.

Введение

Сырьевая база алмазосодержащих кимберлитовых руд России является наиболее крупной в мире и представлена коренными, россыпными и техногенными месторождениями, основная часть запасов которых сосредоточена в Западном регионе Якутии [1]. На горно-обогачительные комбинаты (ГОК) этого региона приходится основной объем добычи

алмазов [2]. Все обогачительные фабрики данных ГОК имеют схожую технологическую цепочку рудоподготовки, которая включает в себя следующие элементы: первичное дробление; классификацию по крупности; вторичное дробление (измельчение); рентгенолюминесцентную сепарацию; тяжелосреднюю сепарацию; ручную сортировку [3]. В случае большого выхода алмазов класса 1 мм применяют флотацию в машинах пенной сепарации.

Основным методом по извлечению алмазов из кимберлитовых руд является рентгенолюминесцентная сепарация [4–6]. До настоящего времени остаются нерешенными вопросы повышения производительности по товарному классу в процессе сепарации руд, повышения качества работы рентгенолюминесцентной сепарации и безотказности её функционирования. Указанные проблемы целесообразно решать путём использования автоматической системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) рентгенолюминесцентной сепарации (РЛС).

Цель и задачи исследования

Целью исследования процесса является повышение производительности по товарному классу в процессе РЛС, повышение качества работы рентгенолюминесцентных сепараторов и безотказности их функционирования, путем проектирования, разработки и внедрения АСУ ТП, применение резервов оборудования, настройкой позиционирования и отладки систем сепарации.

Задачами исследования является разработка автоматизированного способа управления РЛС алмазосодержащих руд, разработка и исследование систем автоматического регулирования загрузки сепаратора, разработка автоматизированного рабочего места управления сепаратором, настройка параметров критериев для разделения селективного режима работы сепаратора.

Как объект управления взят контур РЛС, где происходит извлечение полезных компонентов (алмазов) в концентрационный отсек.

Результаты исследования

Технология процесса обогащения. Обогащение алмазосодержащих руд имеет ряд особенностей по сравнению с обогащением других полезных ископаемых. Эти особенности обусловлены чрезвычайно низким содержанием алмазов в исходном сырье (всего около 0,000005%), их хрупкостью и большой ценностью [7, 8]. Последнее обстоятельство требует применения таких процессов обогащения, которые обеспечили бы высокую степень извлечения алмазов из руд [9].

Технологическая схема обогащения алмазосодержащих руд обычно включает следующие операции: рудоподготовку исходного сырья для освобождения алмазов от их связи с другими компонентами, которая состоит из процессов дробления [10], измельчения, грохочения, классификации, обесшламливания, извлечение алмазов из первичных концентратов (доводка) [11].

Отработанный рудный материал, проходя несколько стадий обогащения и измельчения, транспортируется при помощи насосов в отвальные хвосты — хвостохранилище.

Дробление — способ освобождения кристаллов алмазов от вмещающих пород. Однако он обладает существенным недостатком: кристаллы алмазов могут переизмельчиться или в них могут образоваться трещины. Чтобы не повредить алмазы, не допускают большой степени дробления. Обычно она не превышает 5 мм³. Для дробления твердой коренной породы применяются щековые дробилки. Для измельчения твердых пород целесообразно применение мельниц мокрого самоизмельчения (ММС), которые вскоре будут заменены на скруббер-бутары, вследствие перехода на глубокие горизонты, где большое содержание глинистых минералов в породе. Исходная руда доставляется до фабрики автотранспортом со склада руды и разгружается в приемные бункеры корпуса крупного дробления фабрики. Пластинчатыми питателями материал загружается в щековые дробилки и ленточными конвейерами подается на дезинтеграцию в скруббер-бутара. Продукт разгрузки скруббер-бутара грунтовыми насосами транспортируется на первую стадию грохочения, где рассев материала осуществляется на классы –35+16 мм, —16+5 мм, и –5 мм. Классификация измельченной породы обеспечивает своевременный вывод раскрытых кристаллов из процесса, что не допускает их переизмельчения и потерь с отвальными хвостами. Материал крупностью –35+16 мм и –16+5 мм поступает на обогащение в рентгенолюминесцентные сепараторы.

Концентраты РЛС направляются в цех доводки фабрики. Хвосты РЛС поступают в циркуляцию на доизмельчение. Материал крупностью –5 мм насосами перекачивается на вторую стадию грохочения, где рассев осуществляется на классы –5+2 мм и –2+0,5 мм. Материал крупностью –5+2 мм поступает на установку тяжелосредней сепарации или на отсадочную машину. Отсадкой называется процесс разделения смеси минеральных зерен по плотности. Расслоение осуществляется в водной среде в результате попеременного действия выходящих и нисходящих потоков, вызывающих чередование периодов разрыхления и уплотнения материала. Тяжелые минералы при этом концентрируются в нижнем слое, примыкающем к решетке, а легкие — в верхнем слое. Концентрат тяжелосредней сепарации или отсадки направляется на участок доводки фабрики, где доводится на РЛС, хвосты которых проходят контрольную липкостную сепарацию. Хвосты липкостной сепарации вместе с хвостами тяжелосредней установки и отсадочной машины поступают в циркуляцию на доизмельчение.



Рис. 1. Внешний вид рентгенолюминесцентного сепаратора

Отработанный рудный материал, проходя несколько стадий обогащения, транспортируется при помощи насосов в отвальные хвосты (хвостохранилище).

В процессе грохочения происходит разделения по классам крупности $-50+32$ мм, $-32+16$ мм, $-16+6$ мм, $-6+3$ мм и $-3+1$ мм. Руда поступает в бункеры РЛС, где происходит замер верхнего и нижнего уровней. Далее руда поступает в сепаратор, где происходит разделение по люминесцентному признаку на концентрат и хвостовые продукты. Также для транспортировки руды применяется технологическая вода.

Сепаратор ЛС-20-05Н предназначен для обогащения мокрой исходной алмазосодержащей руды крупностью $-20+10$ мм и $-10+5$ мм. Принцип работы сепаратора основан на использовании свойства алмазов люминесцировать под воздействием рентгеновского излучения и различия этих свойств у алмазов и сопутствующих люминесцирующих минералов. Сепаратор состоит из сортировочной машины (МС) и стойки автоматического управления (САУ). Внешний вид рентгенолюминесцентного сепаратора ЛС-20-05 представлен на рисунке 1.

Схема работы сепаратора представлена на рисунке 2. МС и САУ соединены между собой комплектом кабелей длиной 30 м. К МС присоединяются магистрали исходного питания сепаратора, отводы концентрата и хвостов, подводы охлаждающей воды, транспортной воды и сжатого воздуха. Информация о расположении мест присоединения внешних магистралей и видах фи-

деров приведена на установочном чертеже МС и габаритном чертеже сепаратора.

Обогащаемый материал — алмазосодержащее сырье, поступает в сепаратор через гравитационный питатель: щелевое отверстие, перекрываемое пневмоуправляемым затвором — шибером. Ширина раскрытия шибера задает производительность сепаратора. Под действием силы тяжести материал падает на формирующий наклонный лоток (ФНЛ), орошается транспортной водой и самотеком поступает в зону возбуждения и регистрации. Возбуждение люминесценции производится импульсами рентгеновского излучения длительностью 0,5 мс с частотой следования 250 Гц. Для обеспечения высокого извлечения организовано облучение потока двумя рентгеновскими трубками (РТ) сверху и снизу. Импульсы тормозного рентгеновского излучения, испускаемого РТ, возбуждают в обогащаемом материале излучение в оптическом диапазоне — люминесценцию. Люминесцируют как алмазы, так и ряд других сопутствующих минералов: циркон, кальцит, плагиоклаз и др. Люминесцирует также воздух в зоне регистрации.

Автоматизация процесса сепарации. Работа системы контролируется датчиками. Далее рассмотрим эти процессы, как единый управляемый объект. При автоматизации процесса рентгенолюминесцентной сепарации необходимо решать следующие задачи:

1. Автоматический контроль состояния оборудования: давление в магистралях подачи воды и воздуха; параметров их системы; состояния пе-

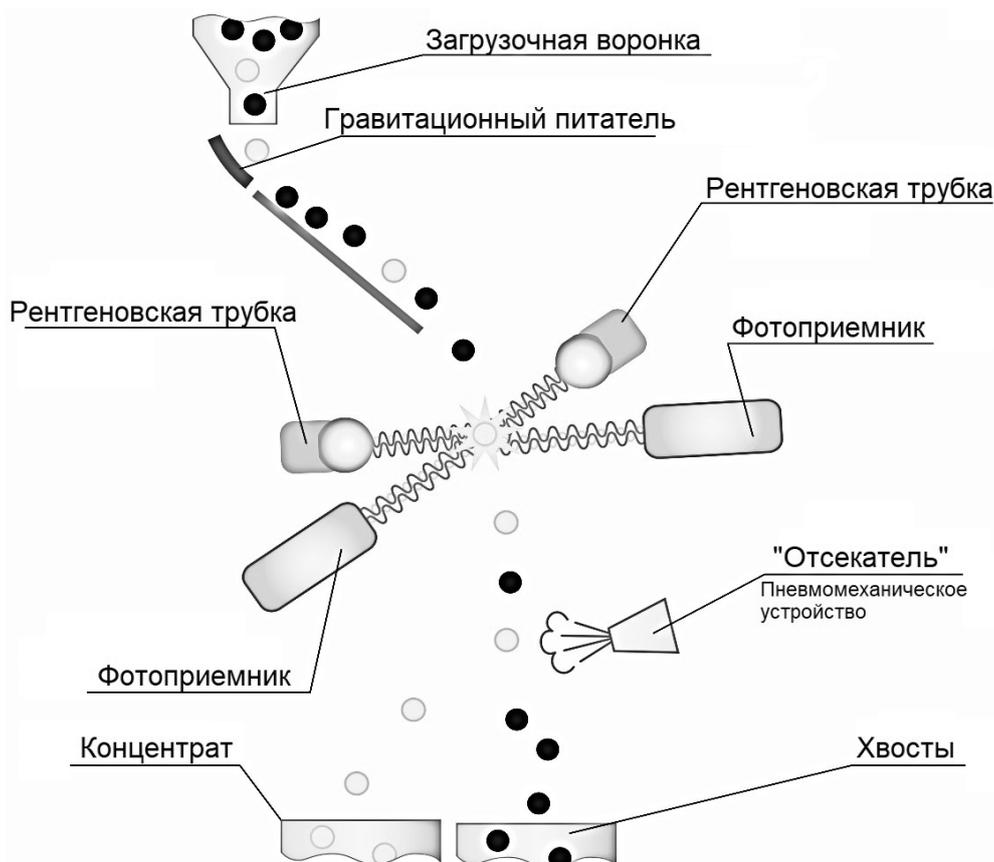


Рис. 2. Схема работы рентгенолюминесцентного сепаратора

регрузочных узлов; длительность работы и простота технологических механизмов [12].

2. Автоматический контроль технологических параметров сепарации: производительность по исходной руде; расход воды, подаваемый в сепаратор; расход воздуха [13].
3. Автоматическое управление сепарацией: стабилизация технологических параметров; оптимизацией работы [14].

Для успешного выполнения задач автоматизации процессом РЛС необходима специальная подготовка оборудования (оснащение водных и воздушных магистралей регулирующими клапанами, вентилями и т.д.).

Алмазосодержащая руда проходит непрерывно (до нескольких десятков тонн в час) под потоком излучения, создаваемого рентгеновской трубкой. РТ возбуждается от источника высокого напряжения, работающего в импульсном режиме. Возникающие сигналы люминесценции фиксируются фотоумножителями (ФЭУ), усиливаются и анализируются на принадлежность к обогащаемому минералу в устройстве регистрации. В случае, когда зарегистрированный сигнал

принадлежит алмазу, соответствующая часть руды отделяется («отсекается») от основного потока в концентрат с помощью пневмомеханических устройств с электромагнитным управлением. Остальная руда уходит в «хвосты», то есть в отвалы, или на дополнительную переработку.

В реальном сепараторе облучение материала осуществляется обычно двумя рентгеновскими трубками, поток может быть разделен на несколько «ручьев», а число фотоприемников и каналов регистрации доходит до 8. Взаимодействие между подсистемами сепаратора, синхронизацию и контроль их функционирования выполняет блок управления. В первых РЛС этот блок был автоматом с жесткой логикой, в современных — это программируемый микропроцессорный блок.

Помимо алмазов свойством рентгенолюминесценции обладают и другие сопутствующие минералы. Способность сепаратора выделять сигнал от алмазов на фоне шумов и сигналов от сопутствующих мешающих минералов (селективность) определяется правильной установкой критериев отбора. Реализация процесса отбора осложняется высокой ценностью

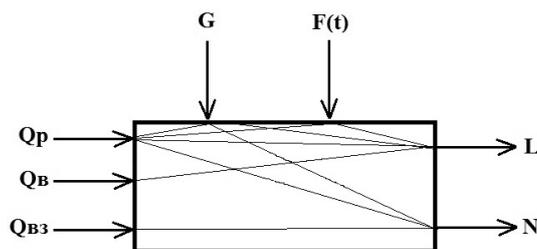


Рис. 3. Технологический процесс рентгенолюминесценции как объект управления

обогащаемого минерала (требуется, как уже отмечалось, извлечь не менее 98–99% алмазов, имеющих в исходном материале) и малым временем, отводимым на анализ. Реально это время составляет несколько миллисекунд. По этой причине анализ сигналов люминесценции на соответствие критериям отбора осуществлялся до последнего времени аналоговыми схемами. Недостаток такой реализации — жесткая уставка параметров и фиксированный набор методик разделения алмазов и «пустой» породы.

Проектирование системы автоматического управления. Проектирование комплекса рентгенолюминесцентной сепарации есть выбор переменных параметров оборудования, которые могут изменяться непрерывно (скорость подачи питания, расходы воды в сепаратор, расход воздуха, и др.). Вода в сепаратор подается в зависимости от того, сколько руды поступает в нее. Расход воды — это так называемый ведомый параметр, ведущий — расход руды в сепаратор.

Параметры работы скруббера устанавливаются из соотношения: вода: руда — 0,5÷1:10; вода подается в сепаратор в объеме 1,8 м³/ч; производительность сепаратора по руде составляет 45 т/ч; воздух в сепаратор поступает в объеме 1,8 м³/ч.

Технологический процесс рентгенолюминесцентной сепарации, как объект управления характеризуется следующими параметрами (рисунок 3). Входные параметры: подача руды в сепаратор, Q_m , т/ч; расход воды в сепаратор, Q_w , м³/ч; расход воздуха в сепаратор, Q_a , м³/ч. Основные возмущающие воздействия: физические свойства руды (прочность, твердость, раскалываемость и т.д.) G , %; процессы, связанные с износом, заштыбовкой и старением оборудования, $F(t)$, %. Выходные показатели комплекса: количество отсечек в концентрат, N , шт. (1 отсечка равна примерно 1 кг); уровень заполнения бункера сепаратора, L , м. Управляемые параметры: подача руды в сепаратор, Q_m , т/ч. Управляющие параметры: количество отсечек в концентрат, N , шт. Автоматически контролируемые параметры: массовые и объёмные расходы материальных

потоков; режимные и диагностические параметры работы сепаратора.

Основные параметры процесса рентгенолюминесцентной сепарации с возможным прямым аппаратно-программным контролем: наличие материала на питателях подачи исходной руды; расход воздуха в сепаратор; массовый или объёмный расход воды в сепаратор; количество отсечек в концентрат. Параметры процесса сепарации с косвенным измерением и контролем: содержание алмазов в концентрате; массовый расход пульпы концентрата сепаратора. Мониторинг оборудования (время работы и простоя основного оборудования) является стандартной расчётно-учётной функцией любой АСУ ТП.

Таким образом, задача управления процессом рентгенолюминесцентной сепарации в общем виде формулируется вектором управляющих воздействий, компенсирующих возмущения на входе агрегата, вектором режимных показателей, получение на выходе агрегата планового (или максимального) количества готового продукта заданного качества (отсечек). Цели управления являются динамическими, основанными на общей экономической стратегии фабрики и работе последующих переделов, а также качестве исходной руды [15, 16]. Они требуют непрерывной коррекции по изменениям показателей.

Модернизация схемы АСУ ТП. Управляющим параметром в данном проекте является расход руды и воды в сепараторе. В качестве вторичных приборов будут использованы 8-канальные измерители-регуляторы и аналоговые модули ввода. Токковые сигналы будут подаваться на аналоговые модули ввода. Далее приборы объединяются сетью на базе интерфейса и через преобразователи, данные о работе сепаратора передаются на автоматизированное рабочее место оператора.

Нижний (полевой) уровень АСУ ТП обеспечивает сбор данных о параметрах технологического процесса и состояния оборудования, реализует управляющие

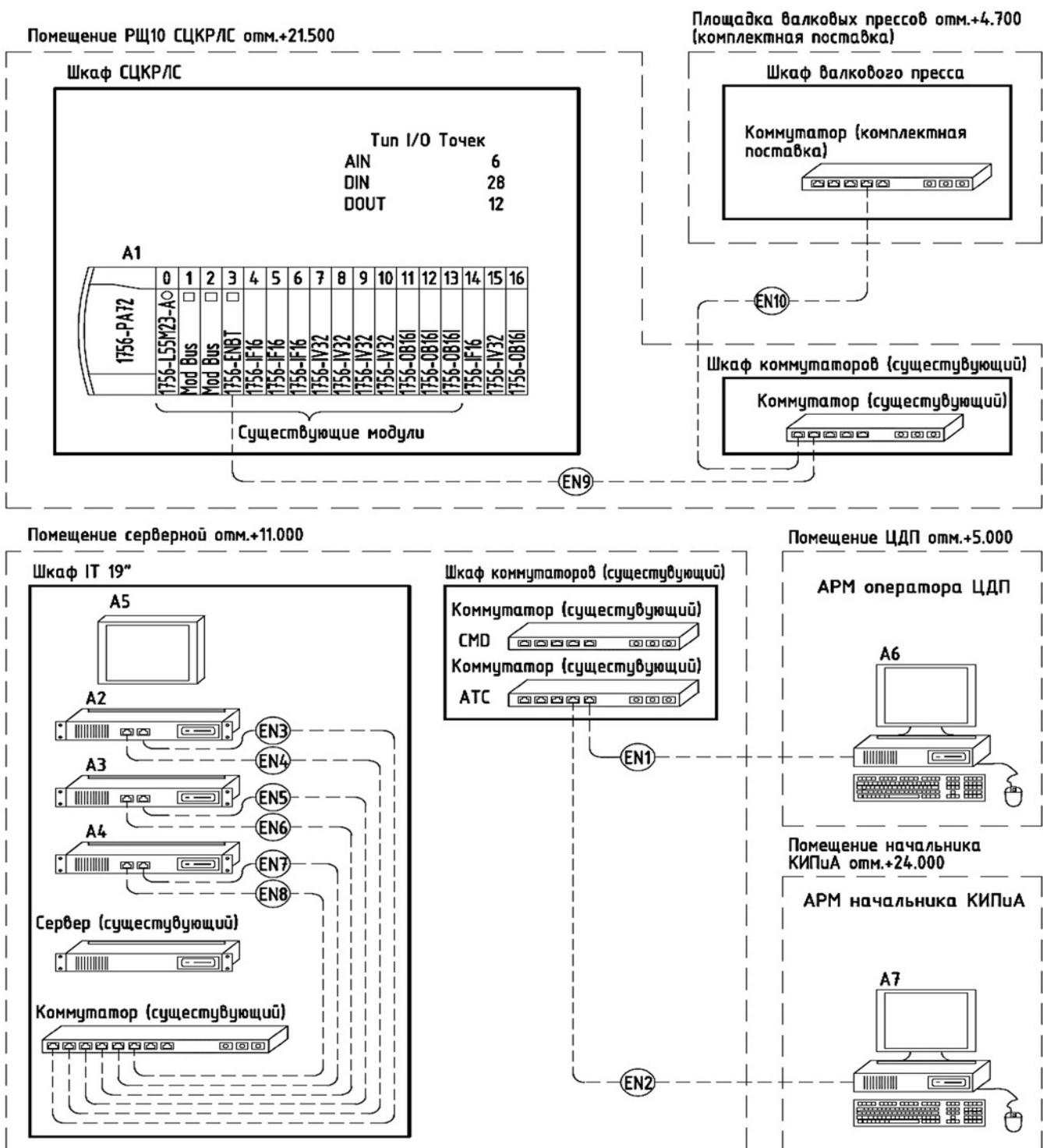


Рис. 4. Структурная схема АСУ ТП

воздействия. Основными техническими средствами нижнего уровня являются датчики и исполнительные устройства, станции распределенного ввода/вывода, пускатели, концевые выключатели, преобразователи частоты [17, 18].

Средний уровень обеспечивает управление агрегатами системы в различных режимах, контролирует параметры и производит обработку аварийных ситуаций. Средний уровень состоит из шкафа управления (ШУ) и силового шкафа (ШС). ШУ обеспечивает ввод

и измерение температурных и токовых сигналов, формирует команды на включение и отключение технологических узлов. ШС по командам, поступающим от ШУ, включает и отключает технологические узлы. Средний уровень построен на базе Logix. На среднем уровне реализуются задачи автоматического управления и регулирования, пуска и останова оборудования, логико-командного управления, аварийных отключений и защит. Средний уровень реализуется на основе ПЛК.

Верхний уровень АСУ ТП реализуется на базе серверов, операторских (рабочих) и инженерных станций. Компьютеры верхнего уровня и контроллеры объединены дублированной сетью Ethernet. На рисунке 4 представлена структурная схема АСУ ТП.

Цель разработки АСУ ТП — замена существующих, морально устаревших средств управления технологическим процессом и повышение надежности функционирования системы; расширение функций автоматического и автоматизированного контроля и управления; повышение качества управления технологическим процессом, а также повышение надежности АСУ ТП. Система автоматического контроля позволяет стабилизировать основные параметры процесса, своевременно и достоверно обеспечить информацией обслуживающий персонал, защитить оборудование при возникновении предаварийных ситуаций [19].

Блок человеко-машинного интерфейса совмещает в себе функции управления и мониторинга сепаратора, а также обработку сигналов люминесценции, поступающих от ФПУ. Блок представляет собой промышленный корпус RACK-305GW, в который установлены четыре модуля: процессорный модуль с интерфейсом PICMG 1.3, два функциональных модуля с интерфейсом PCI (быстрый АЦП и ЦАП для обработки сигналов люминесценции) и модуль расширитель коммуникационных портов с интерфейсом PCI. Связь между модулями осуществляется через пассивную объединительную плату. Посадочные места (слоты модулей) индивидуальны — модули должны устанавливаться на определенные позиции. Питание блока осуществляется от встроенного источника питания ACE-A130B (ATX). Блок человеко-машинного интерфейса функционирует в соответствии с программой, записанной на твердотельном накопителе, который устанавливается в специальный разъем mSATA на плате процессорного модуля. Программное обеспечение блока человеко-машинного интерфейса — это основа программного обеспечения сепаратора. ПО работает в программной среде реального времени QNX. Такая организация позволяет «одновременно» вести два процесса: с одной стороны, это представление на экране монитора символов многофункциональной панели мониторинга и управления, работа с вирту-

альными кнопками управления, а с другой стороны — непрерывная (фоновая) обработка входных сигналов на предмет обнаружения сигнала полезного минерала — алмаза [20].

На двери САУ закреплен монитор FPM-7151T с сенсорным экраном, который подключен к блоку человеко-машинного интерфейса. Вся информация с блока человеко-машинного интерфейса передается на экран монитора. Органы управления и индикации появляются на экране монитора после загрузки программы (процесс загрузки программы начинается автоматически после включения питания сепаратора и завершается примерно за 1,5 минуты).

При постановке задач оптимизации наряду с критериями должны быть заданы ограничения на все параметры и переменные технологического процесса, допустимые изменения, которые определяют функционирование технологического процесса. Достижение поставленных задач осуществляется реализацией функций. На вычислительную технику возложены задачи управления пуском и остановом технологического оборудования, контроля его состояния и защиты от перегрузок, поддержания заданного режима работы оборудования и стабилизации отдельных технологических параметров, оптимизации качественных и количественных показателей работы отдельных агрегатов.

Выбор конкретных типов автоматических устройств рекомендуется проводить, исходя из следующих соображений:

- ◆ для контроля и регулирования одинаковых параметров технологического процесса следует применять одинаковые автоматические устройства, что облегчает их приобретение, настройку, ремонт и эксплуатацию;
- ◆ следует отдавать предпочтение автоматическим устройствам серийного производства;
- ◆ при большом числе одинаковых параметров контроля следует применять многоточечные приборы и машины централизованного контроля;
- ◆ при автоматизации сложных технологических процессов следует использовать вычислительные и управляющие машины;
- ◆ класс точности приборов должен соответствовать технологическим требованиям;
- ◆ для местного контроля рекомендуется применять простые и надежные приборы, так как они часто функционируют в неблагоприятных условиях;
- ◆ для автоматизации технологических аппаратов с агрессивными средами следует предусматривать установку специальных приборов, а в слу-

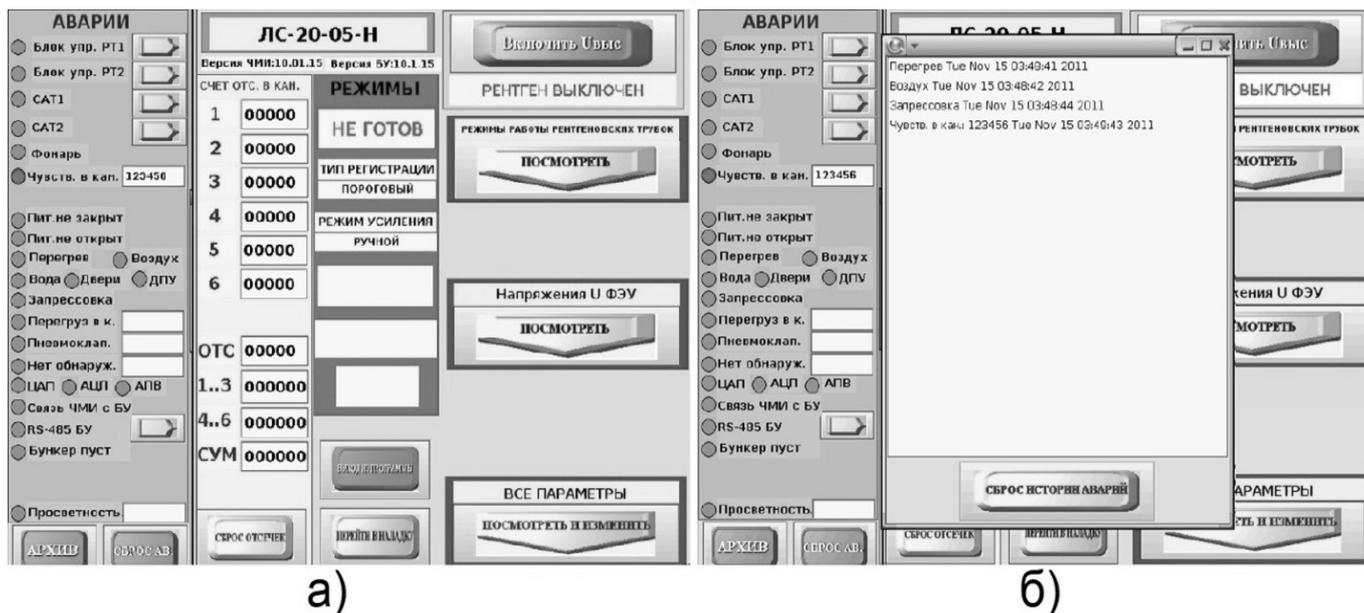


Рис. 5. Меню сепаратора с режимом «НЕ ГОТОВ» (а) и историей аварий (б)

чае применения приборов в нормальном исполнении необходимо защитить их.

Модернизация интерфейса оператора. Программирование ПЛК осуществляем в интегрированной информационной системе для управления промышленным производством с помощью программного обеспечения RSLogix 5000. Разработку автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора-технолога осуществляем в интегрированной информационной системе для управления промышленным производством FactoryTalk View. Особенностью FactoryTalk View является «технология единой линии программирования», то есть возможность разработки всех модулей АСУ при помощи одного инструмента. Технология единой линии программирования позволяет в рамках одного проекта создавать средства человеко-машинного интерфейса, системы учёта ресурсов, программировать промышленные контроллеры и разрабатывать web-интерфейс. Для этого в инструментальную систему FactoryTalk View встроены специализированные редакторы.

Далее представлены видеок cadры АРМ оператора-технолога, на которых отображены параметры процесса управления рентгенолюминесцентного сепаратора и параметры диагностики. При включении сепаратора открывается исходная страница — НЕ ГОТОВ, рисунок 5 (а).

Изображение на экране монитора разделено на три зоны: центральную, где обозначены тип сепаратора,

режимы функционирования, показатели работы; правую, где имеется доступ к параметрам (в этой зоне вверху отдельно выделена зона управления высоким напряжением на РТ) и левую — зону сообщений об аварийных ситуациях. В каждой зоне выделены окна сообщений и «объёмные» кнопки управления. Легкое нажатие пальцем на экран в месте расположения кнопки (на экране при этом визуально изображается ее «утрапвливание») без усилий в течение 0,5–1 секунд до возникновения реакции на прикосновение приводит к соответствующему действию. В процессе управления и мониторинга сепаратора вид панели (экранная форма) меняется.

Режимы работы сепаратора: НЕ ГОТОВ — режим сепаратора, при котором присутствует хотя бы один из признаков аварии; при снятии признака аварии сепаратор переходит в режим РАБОТА; РАБОТА — основной режим работы сепаратора, использование сепаратора по назначению; НАЛАДКА — режим работы сепаратора, при котором осуществляется проверка и настройка узлов и систем сепаратора; ГОТОВ — режим работы сепаратора, при котором выключается подача материала в сепаратор по команде с диспетчерского пульта фабрики; при этом все системы сепаратора готовы к работе; при разрешении подачи материала сепаратор переходит в режим РАБОТА; НАЛ. ПУЛЬТ — режим работы от выносного ПУ; активируются кнопки пультовые кнопки управления, запрещается подача высокого напряжения на РТ. Этот режим применяется для проверки систем сепаратора непосредственно около МС.

При открывании любой двери САУ появляется уведомление. При прикосновении к нему, он исчезает, но через 5 мин, если двери остаются открытыми он появляется снова. В архив записываются: наименование аварии, день, месяц, дата и время каждой аварии, рисунок 5 (б).

За счет разработки SCADA-системы управления работой рентгенолюминесцентного сепаратора в пакете FactoryTalk View, были решены задачи по повышению надежности функционирования системы противоаварийной защиты, расширение функций автоматического и автоматизированного контроля и управления, а также повышения качества анализа функционирования объекта (накопление информации, расчет экономических показателей; анализ работы оперативного персонала в статистическом, переходном и аварийном режимах процесса).

Заключение

Таким образом, проектирование и внедрением АСУ ТП процесса рентгенолюминесцентной сепарации алмазосодержащих руд повысило условия безопасного ведения процесса. В первую очередь это связано с введением автоматизированного способа управления, что сводит к минимуму вероятности возникновения внештатной ситуации. Время нахождения персонала в опасных зонах технологической линии заметно снижается, а, следовательно, снижается вероятность получения травм и хронических заболеваний персоналом. Путем внедрения АСУ ТП рентгенолюминесцентной сепарации алмазосодержащих руд, мы добились снижения затрат на переработку 1 т сырья. Использование режимов и настроек сепараторов позволило сократить расходы на переработку сырья и достичь общего роста производительности труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акишев А.Н., Колганов В.Ф., Зырянов И.В. Классификация кимберлитовых месторождений на основе новых аналитических критериев // Горный журнал. — 2014. — № 9. — С. 78–81.
2. Чаадаев А.С., Черепнов А.Н., Зырянов И.В., Бондаренко И.Ф. Перспективные направления развития технологий добычи и переработки алмазосодержащих руд в АК «АЛРОСА» (ПАО) // Горный журнал. — 2016. — № 2. — С. 56–61. DOI: 10.17580/gzh.2016.02.11
3. Bebikhov Y.V., Podkamenniy Y.A., Golikov V.V., Spiridonov V.M. On the Issue of Complex Automation of Mining Operations in the Diamond Mining Industry // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon 2020). 2020. No. 9271623. DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271623
4. Chanturia V.A., Kovalchuk O.E., Morozov V.V., Dvoichenkova G.P. Modification of Diamond Crystal Luminescence Parameters Using Luminophore-Containing Emulsions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. V. 459. Is. 5. No. 052097. DOI: 10.1088/1755-1315/459/5/052097
5. Imangulov S.V., Yakovlev V.N., Zyryanov I.V., Makalin I.A., Ivanov A.V. Low-luminescent diamonds recovery using X-ray transmission separation technology // IMPC2018–29th International Mineral Processing Congress. 2019. P. 909–914.
6. Миронов В.П. Повышение эффективности рентгенолюминесцентной сепарации алмазов путем фильтрации спектра // Обогащение руд. — 2017. — № 2 (368). — С. 32–37. DOI: 10.17580/or.2017.02.06
7. Chen C., Xie Y., Yan X., Ahmed M., Lupoi R., Wang J., Ren Z., Liao H., Yin S. Tribological properties of Al/diamond composites produced by cold spray additive manufacturing // Additive Manufacturing. 2020. V. 36. No. 101434. DOI: 10.1016/j.addma.2020.101434
8. Tolmachev O., Urunov A., Muminova S., Dvoichenkova G., Davydov I. Review of unconventional hydrocarbon resources: Production technologies and opportunities for development // Mining of Mineral Deposits. 2020. V. 14. Is. 4. P. 113–121. DOI: 10.33271/mining14.04.113
9. Makvandi S., Pagé P., Tremblay J., Girard R. Exploration for platinum-group minerals in till: A new approach to the recovery, counting, mineral identification and chemical characterization // Minerals. 2021. V. 11. Is. 3. No. 264. DOI: 10.3390/min11030264
10. Podkamenniy Y.A., Donskoy A.A. Analysis of the Process of Washing Diamond-Bearing Ore after Crushing as an Object of Automation // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon 2020). 2020. No. 9271086. DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271086
11. Podkamenniy Y.A., Karatova P.P., Kadyrbekova E.A. Analysis of the Preparation Process of Ointment for Sticky Separation of the Concentrating Plant as an Object of Automation // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon 2020). 2020. No. 9271211. DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271211
12. Srinivas J., Das A.K., Wazid M., Vasilakos A.V. Designing Secure User Authentication Protocol for Big Data Collection in IoT-Based Intelligent Transportation System // IEEE Internet of Things Journal. 2021. V. 8. Is. 9. P. 7727–7744. DOI: 10.1109/IIOT.2020.3040938
13. Mahmoodi-k M., Montazeri M., Madanipour V. Simultaneous multi-objective optimization of a PHEV power management system and component sizing in real world traffic condition // Energy. 2021. V. 233. No. 121111. DOI: 10.1016/j.energy.2021.121111
14. Srinivas J., Das A.K., Li X., Khan M.K., Jo M. Designing Anonymous Signature-Based Authenticated Key Exchange Scheme for Internet of Things-Enabled Smart Grid Systems // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2021. V. 17. Is. 7. P. 4425–4436. DOI: 10.1109/TII.2020.3011849
15. Хурэлчулуун И., Морозов В.В., Николаева Т.С., Круглов В.Н. Применение визиометрического анализа гранулометрического состава руды для автоматизированного управления процессом дробления // Руды и металлы. — 2019. — № 1. — С. 67–73. DOI: 10.24411/0869-5997-2019-

16. Августинович В.Г., Кузнецова Т.А., Нугуманов А.Д. Разработка нейронных систем мониторинга и управления эмиссией вредных веществ для газотурбинных газоперекачивающих агрегатов и электростанций // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2019. — Т. 330. — № 8. — С. 7–17. DOI: 10.18799/24131830/2019/8/2207
17. Егоров А.Н., Семёнов А.С., Федоров О.В. Практический опыт применения преобразователей частоты Power Flex 7000 в горнодобывающей промышленности // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. — 2017. — № 4 (119). — С. 86–93.
18. Семёнов А.С., Егоров А.Н., Харитонов Я.С., Федоров О.В. Оценка электромагнитной совместимости высоковольтных преобразователей частоты в электротехнических комплексах // Вестник Казанского государственного энергетического университета. — 2019. — Т. 11. — № 4 (44). — С. 64–75.
19. Программа инновационного развития и технологической модернизации АК «АЛРОСА» (ПАО) (редакция 2020 г.). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.alrosa.ru/wp-content/uploads/2014/06/паспорт-ПИРиТМ-2020-1.pdf> (дата обращения: 05.07.2021).
20. Бармин И.С., Морозов В.В., Поливанская В.В. Совершенствование реагентных режимов для извлечения фосфатных минералов из тонких классов руд и техногенных продуктов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2020. — № 1. — С. 149–159. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-0-149-159

© Подкаменный Юрий Александрович (mirniyuriy@mail.ru), Бебихов Юрий Владимирович (bebikhov.yura@mail.ru), Семёнов Александр Сергеевич (sash-alex@yandex.ru), Спиридонов Валентин Михайлович (kafeiagp@rambler.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Политехнический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS AND ALGORITHMS FOR SOLVING MANAGEMENT PROBLEMS AND DECISION-MAKING IN THE ECONOMIC ACTIVITY OF AN AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISE

**M. Polenok
S. Bondarenko
O. Yurkova**

Summary. The possibilities of application and efficiency of using machine learning methods in agriculture are considered. A deep learning model has also been created, which can be deployed using a mobile application, which allows you to identify plant diseases at the early stages of growth, respectively, it will contribute to improving the economic development of an agro-industrial enterprise, increasing productivity and minimizing the costs of non-effective methods of combating plant diseases.

Keywords: machine learning, deep learning, special software.

Поленок Максим Викторович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
polenok.maksim.2001@mail.ru

Бондаренко Сергей Владимирович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
Bondrenkoseregabondarenko576@gmail.com

Юркова Ольга Николаевна

К.э.н., ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
yurkova_olga@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены возможности применения и эффективность использования методов машинного обучения в сельском хозяйстве. Так же создана модель глубокого обучения, которую можно развернуть с помощью мобильного приложения, что позволяет определить болезни растений на ранних стадиях роста, соответственно, будет способствовать улучшению экономического развития агропромышленного предприятия, повышая урожайность и минимизируя затраты на неэффективные методы борьбы с болезнями растений.

Ключевые слова: машинное обучение, глубокое обучение, специальное программное обеспечение.

Введение

Сегодня технологии искусственного интеллекта применяются в различных сферах человеческой деятельности, в том числе и в сельском хозяйстве.

Целью нашего исследования является рассмотрение возможностей применения и эффективного использования методов машинного обучения в сельском хозяйстве. Технологии искусственного интеллекта, применяемые в сельском хозяйстве, обладают определенной спецификой. Искусственный интеллект выполняет такие функции как распознавание образов, осуществ-

ление самообучения. Благодаря внедрению искусственного интеллекта в отраслях сельского хозяйства повышается производительность труда, повышается эффективность управленческих решений, что приводит к расширению возможностей человека на рабочем месте.

Теоретические аспекты машинного обучения в деятельности агропромышленных предприятий

Не так давно получил распространение термин «большие данные», обозначающий новую прикладную

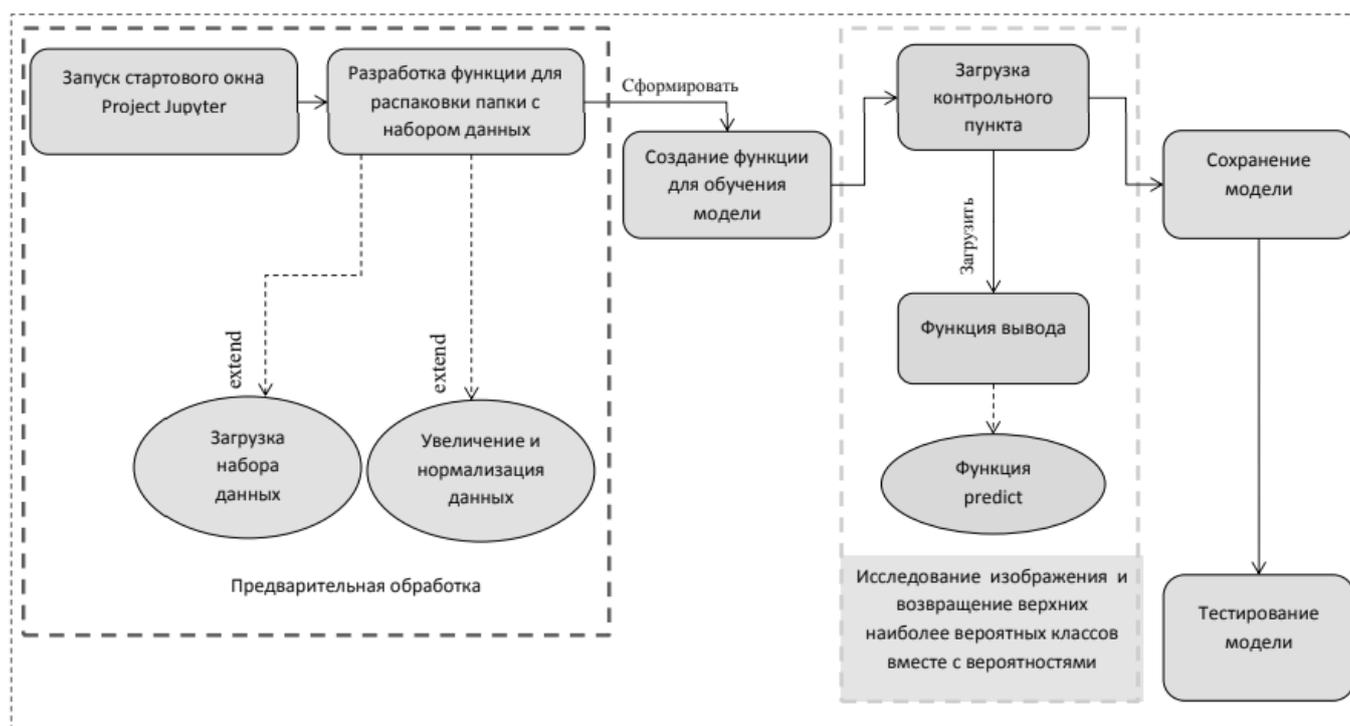


Рис. 1. Разработка функциональной модели для выявления болезней сельскохозяйственных культур по изображению с использованием системы Deep Learning

область — поиск методов автоматического быстрого анализа огромных объемов данных.

Наука о больших данных может успешно решать множество различных задач: прогнозирование зарплаты по вакансии, оценка состояния печени по кардиограмме, прогнозирование числа заболеваний у пациентов в следующем месяце. Самым перспективным подходом к анализу больших данных принято считать применение машинного обучения — набор функций, используя которые ЭВМ способен находить в массивах данных взаимосвязи и закономерности.

Машинное обучение возникло из-за стремления к созданию и использованию искусственного интеллекта. Оно использует данные для определения того, какой алгоритм является лучшим для получения результатов.

В наше время данные слишком велики для того, чтобы обрабатывать их вручную, но машинное обучение прекрасно справляется с этой задачей. Для этого оно использует спектр на основе метода оптимизации большого количества параметров.

Одной из областей применения технологий машинного обучения становится отрасль сельского хозяйства. Для того, чтобы прокормить весь мир в будущем,

нам необходимо улучшить методы ведения сельского хозяйства. Применение искусственного интеллекта может сыграть ключевую роль в решении этого вопроса.

В основе новой эры ведения сельского хозяйства лежит концепция, использующая технологии для наблюдения за культурами, измерения различных показателей и реагирования на их изменения.

В настоящее время технологии машинного обучения уже во всю внедряются в сельское хозяйство. Методы машинного обучения позволяют обрабатывать огромное количество входных данных о развитии растений и на этой основе производить точное прогнозирование урожайности культур. Одними из примеров его использования является: обнаружение заболеваний растений, классификация и идентификация сорняков.

Выделяют этапы внедрения машинного обучения в процессы сельского хозяйства:

- ◆ Постановка задач;
- ◆ Сбор, хранение и предобработка данных;
- ◆ Создание и обучение алгоритма;
- ◆ Разработка высокоуровневой обвязки;
- ◆ Интеграция;
- ◆ Сбор обратной связи, корректировка модели.

```

In [0]: # Do validation on the test set
def test(model, dataloaders, device):
    model.eval()
    accuracy = 0

    model.to(device)

    for images, labels in dataloaders['val']:
        images = Variable(images)
        labels = Variable(labels)
        images, labels = images.to(device), labels.to(device)

        output = model.forward(images)
        ps = torch.exp(output)
        equality = (labels.data == ps.max(1)[1])
        accuracy += equality.type_as(torch.FloatTensor()).mean()

    print("Testing Accuracy: {:.3f}".format(accuracy/len(dataloaders['val'])))

In [0]: test(model, dataloaders, device)

```

Алгоритм обучения и тестирования модели

```

In [0]: test(model, dataloaders, device)
Testing Accuracy: 0.891
Testing Accuracy: 0.920
Testing Accuracy: 0.923
Testing Accuracy: 0.925
Testing Accuracy: 0.928
Testing Accuracy: 0.931
Testing Accuracy: 0.934
Testing Accuracy: 0.937
Testing Accuracy: 0.939
Testing Accuracy: 0.942
Testing Accuracy: 0.945
Testing Accuracy: 0.947
Testing Accuracy: 0.950
Testing Accuracy: 0.953
Testing Accuracy: 0.956
Testing Accuracy: 0.959
Testing Accuracy: 0.961

```

Начало тестирования

Окончание тестирования

Рис. 2. Обучение и тестирование модели

Разработка функциональной модели для выявления болезней сельскохозяйственных культур по изображению с использованием системы Deep Learning

Перед тем, как использовать алгоритмы машинного обучения, необходимо ответственно подойти к выбору правильных признаков, на основе которых будет производиться обучение. Наиболее важным он является для распознавания по изображению. Обычно выбор набора признаков для обучения во многом определяет успешность работы алгоритма. Так, для задачи распознавания изображений в качестве таких признаков может служить преобладающий цвет в изображении, степень его изменения, наличие на изображении четких границ.

Для реализации подхода deep learning в современной науке используются многослойные нейронные сети различных архитектур. На рисунке 1 представлена разработка функциональной модели для выявления болезней сельскохозяйственных культур по изображению с использованием системы Deep Learning.

Для разработки функциональной модели были проанализированы способы выявления болезней растений по изображениям листьев с использованием системы глубокого обучения. Первым этапом необходимо загрузить файл с набором исходных изображений для дальнейшего обучения.

Для выполнения данной работы был выбран набор данных, представленный по адресу: <https://github.com/spMohanty/PlantVillageDataset/tree/master/raw/color>. Пакет Torchvision состоит из популярных наборов данных, архитектур моделей и шаблонов для компьютерного зрения. Набор данных разбивается на две части: обучение и проверка.

Перед началом работы необходимо загрузить набор данных, а также исходных данных для классификации, сопоставляющий целочисленные кодированные категории с реальными названиями болезней растений. Ниже представлен код этих действий.

```
# Загрузите набор данных и распакуйте папку
```

```
gdown https://drive.google.com/uc?id=1Bhh3VeMBH6F7vKqHdDDmDyI7RfvQNqJ
```

```
tar -xvf PlantVillage.tar.gz
import json
with open('categories.json', 'r') as f:
    cat_to_name = json.load(f)
```

Далее необходимо представить функцию, необходимую для обучения модели:

#Функция для обучения модели

```
def train_model(model, criterion, optimizer, scheduler,
num_epochs=20):
    since = time.time()
    best_model_wts = copy.deepcopy(model.state_dict())
    best_acc = 0.0
    for epoch in range(1, num_epochs+1):
        print('Epoch {}/{}'.format(epoch, num_epochs))
        print('-' * 10)
        time_elapsed = time.time() — since
        print('Training complete in {:.0f}m {:.0f}s'.format(
            time_elapsed // 60, time_elapsed % 60))
        print('Best valid accuracy: {:.4f}'.format(best_acc))
```

Следующим этапом является этап обучения и тестирования модели. Ознакомиться с кодом алгоритма обучения и тестирования модели можно на рисунке 2.

На следующем этапе необходимо написать функцию, принимающую изображение и модель. Функция на основе полученных данных должна предсказывать класс болезни растения на изображении. Ниже представлен код такой функции:

```
def predict(image_path, model, topk=5):
    image=torch.FloatTensor([process_image(Image.
open(image_path))]) model.eval() output = model.
forward(torch.FloatTensor([image]))
    probabilities=torch.exp(output).data.numpy()[0]
    top_idx=np.argsort(probabilities)[-topk:][::-1]
    top_class=[idx_to_class[x] for x in top_idx]
    top_probability=probabilities[top_idx]
    return top_probability, top_class
```

Реализация функциональной модели системы с помощью препроцессинга изображений

Препроцессинг изображений — это предварительная обработка изображений. Основной целью предобработки, в нашем случае, является выявление наиболее важной части изображения и удалении ненужного шума.

Изображение RGB можно просматривать как три изображения (изображение с красной шкалой, изобра-

жение с зеленой шкалой и изображение с синей шкалой), накладываемые друг на друга.

Для начала необходимо исследовать методы, которые будут использоваться для предварительной обработки и извлечения объектов. Чтобы произвести тестирования и обработку мы будем использовать в качестве примера одно изображение листа растения.

Для предварительной обработки изображения были выполнены следующие шаги:

- ◆ Преобразование RGB в изображение в градациях серого.
- ◆ Сглаживание изображения с использованием фильтра Гаусса.
- ◆ Адаптивный порог изображения с помощью метода порога Оцу.
- ◆ Закрывание дыр с помощью морфологического преобразования.
- ◆ Извлечение границ с использованием контуров.

Для начала необходимо подключить все необходимые библиотеки и прочитать тестовое изображение. Код данных действий представлен ниже.

```
import os import cv2

import numpy as np

from matplotlib import pyplot as plt

%matplotlib inline

ds_path = "Flavia leaves dataset" In [3]:

test_img_path = ds_path + "\\2546.jpg" test_img_path
```

Следующим этапом является преобразование RGB-изображения в изображение в градации серого, а также необходимо произвести сглаживание изображения с использованием фильтра Гаусса. Будем использовать сглаживание изображения с помощью гауссовского фильтра размером (25,25). В результате изображение становится более размытым, что позволит нашей модели лучше его считывать.

Преимущества размытия:

- ◆ Это помогает в удалении шума.
- ◆ Ребра низкой интенсивности удаляются.
- ◆ Это помогает скрыть детали при необходимости.

Код данных преобразований представлен ниже.

```
gs = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_RGB2GRAY)
blur = cv2.GaussianBlur(gs, (25,25),0)
```

Далее нам необходимо получить черно-белое изображение, для этого будем использовать адаптивную пороговую обработку изображений с использованием метода пороговой обработки Otsu.

Алгоритм позволяет разделить пиксели двух классов: полезные и фоновые.

```
ret_otsu, im_bw_otsu = cv2.threshold(blur,0,255, cv2.THRESH_BINARY_INV+cv2.THRESH_OTSU)
```

В результате, изображение получилось черно-белым, но на нем видны своеобразные отверстия, которые будут мешать корректному считыванию изображений. Поэтому необходимо произвести закрытие отверстий.

Основные методы преобразования:

- ◆ Erode — размывание (операция сужения)
- ◆ Dilate — растягивание (операция расширения)

И последним пунктом предварительно обработки является функция извлечения границ с использованием контуров. Контуров используются для извлечения границ листьев.

```
contours, hierarchy = cv2.findContours(closing, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
plottedContour = cv2.drawContours(gs, contours,-1,(0,255,0),10)
```

Таким образом, в ходе разработки функциональной модели системы с помощью исследования методов предварительной обработки и извлечения объектов мы преобразовали модель для более точного распознавания.

Заключение

В заключение хочется сказать, что сегодня технологии искусственного интеллекта уже используются во многих сферах и отраслях человеческой деятельности. В сельском хозяйстве также используется искусственный интеллект, осуществляющий такие функции как обнаружение болезней растений, классификация растений, подсчет плодов, классификация земельных ресурсов, прогнозирование погоды, изучение поведения животных.

Итогом работы служит достижение цели, т.к. были рассмотрены возможности применения и эффективность использования методов машинного обучения в сельском хозяйстве. Так же создана модель глубокого обучения. Это приложение определяет болезни растений на ранних стадиях роста, что будет способствовать улучшению экономического развития агропромышленного предприятия, повышая урожайность и минимизируя затраты на не эффективные методы борьбы с болезнями растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геловани В. А., Башлыков А.А., Бритков В.Б., Вязилов Е.Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды; Едиториал УРСС — М., 2015. — 304 с.
2. Гудвин Г.К., Гребен С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления (+ CD-ROM); Бином. Лаборатория знаний — М., 2016. — 912 с.
3. Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения; Едиториал УРСС — М., 2016. — 256 с.
4. Искусственный интеллект и принятие решений, № 1, 2011; Ленанд — М., 2019. — 742 с.
5. Искусственный интеллект и принятие решений, № 4, 2011: моногр.; ИСА РАН — М., 2019. — 124 с.
6. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах; Мир — М., 2016. — 664 с.
7. Флах Петер Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. Учебник; ДМК Пресс — М., 2015. — 400 с.

© Поленок Максим Викторович (polenok.maksim.2001@mail.ru),

Бондаренко Сергей Владимирович (Bondrenkoseregabondarenko576@gmail.com),

Юркова Ольга Николаевна (yurkova_olga@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TENSORFLOW.JS

TEXT CLASSIFICATION USING TENSORFLOW.JS

A. Prokhorov

Summary. The topic of this paper is the use of machine learning on the example of the TensorFlow software package in its implementation for the JavaScript programming language for the task of natural language recognition. The relevance of the research and subsequent development of the software system is due to the rapid development of artificial intelligence and the increasingly frequent need for classification and categorization of large volumes of data (Big Data) in information systems. Objective: to develop an optimal natural language classification system using artificial intelligence tools, such as machine learning. Methods: when working on the study, the analysis method was used to study the principles of neural networks, as well as the features of TensorFlow implementation. When testing the system, methods of comparison and empirical measurement of performance were used. Results: the result of the research is a software system that classifies data sets of the subject area containing words and sentences of the natural language. Also, system performance tests were conducted on central processors and video accelerators to identify ways to increase the speed of operation and improve scalability. Conclusions: in the course of the study, the most suitable type of neural network was determined, conclusions were obtained about the optimal software settings of the model for the tested data, as well as optimal hardware configurations. The study of this material will allow beginners in the field of machine learning to quickly move on to developing models and solving real-world applied problems.

Keywords: TensorFlow, JavaScript, machine learning, ML, neural network, web applications, search, NVIDIA, GPU, CPU.

Прохоров Андрей Валерьевич

Программист, АО «Семейный Доктор», Москва
mobilelookfree@gmail.com

Аннотация. Тема настоящей работы — использование машинного обучения на примере программного комплекса TensorFlow в его реализации для языка программирования JavaScript для задачи распознавания естественного языка. Актуальность исследования и последующей разработки программной системы обусловлена бурным развитием искусственного интеллекта и все более частой необходимостью в классификации и категоризации больших объемов данных (Big Data) в информационных системах. Цель: разработка оптимальной системы классификации естественного языка средствами инструментов искусственного интеллекта, таких как машинное обучение. Методы: при работе над исследованием использовался метод анализа для изучения принципов работы нейронных сетей, а также особенностей реализации TensorFlow. При тестировании системы применялись методы сравнения и эмпирического измерения производительности. Результаты: результатом исследования является программная система, осуществляющая классификацию наборов данных предметной области, содержащих слова и предложения естественного языка. Также были проведены тесты производительности системы на центральных процессорах и видеоускорителях для выявления способов повышения скорости работы и улучшения масштабируемости. Выводы: в ходе исследования определен наиболее подходящий тип нейронной сети, получены выводы об оптимальных программных настройках модели для тестируемых данных, а также оптимальных аппаратных конфигурациях. Изучение данного материала позволит новичкам в сфере машинного обучения быстро перейти к разработке моделей и решению реальных прикладных задач.

Ключевые слова: TensorFlow, JavaScript, машинное обучение, ML, нейросеть, веб-приложения, поиск, NVIDIA, GPU, CPU.

Введение

Современные компьютерные системы в большинстве случаев работают с большими объемами неструктурированных или же мало структурированных данных — так называемым большими данными (big data). Обработку таких данных обычно отводят программным инструментам с хорошей горизонтальной масштабируемостью: эти системы представляют собой связанную сеть вычислительных узлов, которую можно расширять при увеличении нагрузки. Коммуникация между узлами осуществляется при помощи сетевых протоколов и программных интерфейсов обработки параллельных вычислений, таких как MPI.

Машинное обучение (Machine Learning — ML) с момента своего появления в ЭВМ решало задачи классификации паттернов и наборов данных. Основная цель и идея машинного обучения — позволить компьютерам обучаться самим, автоматически и без вмешательства человека. Однако на первичном этапе обучение им все-таки требуется.

Обучать модель обработки данных — нейронную сеть — можно разными способами: с учителем или же без него. Обучение с учителем (supervised learning) предполагает наличие полного набора размеченных данных для тренировки модели на всех этапах ее построения. Наличие подготовленного набора данных

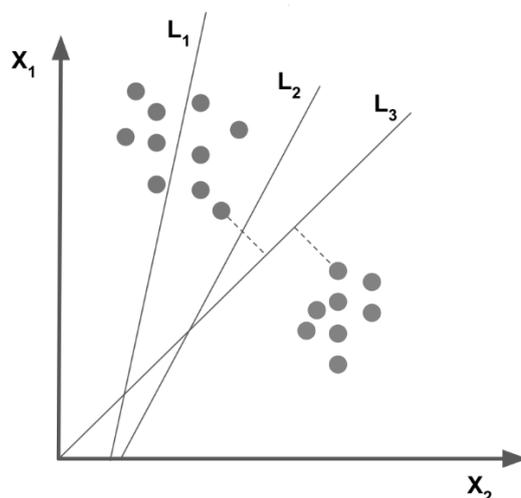


Рис. 1. Классифицируемые гиперплоскостью объекты в SVM

означает, что каждому тестовому случаю в обучающем наборе соответствует ответ, который модель и должна выдать. Обучение с учителем эффективно для решения задач классификации — именно этот метод используется в рамках предметной задачи доклада.

Обучение без учителя (unsupervised learning) предполагает наличие набора данных без соответствующих тестовым случаям ответов. Обучение модели происходит естественным путем. Основная причина использования обучения без учителя — сложность и дороговизна получения подготовленных данных, в более редких случаях — неочевидность классификации и аномалий данных для экспертов.

Сейчас машинное обучение — это один из основных способов применения искусственного интеллекта в компьютерных системах при работе с данными различного объема и структурной сложности. ML применяется в огромном числе программных продуктов: существуют как библиотеки с открытым исходным кодом, так и фреймворки от ИТ-гигантов, таких как Apple (CoreML), Google (TensorFlow), Microsoft (Azure ML), IBM (Watson ML). Также аппаратное ускорение операций машинного обучения получают актуальные модели процессоров Intel, AMD, а также решения на архитектуре ARM и графические ускорители (GPU).

Литературный обзор

Для обучения нейронных сетей, осуществляющих классификацию текста, наиболее часто используют метод свертки, метод опорных векторов — SVM (Support Vector Machine), метод k-ближайших соседей — KNN

(K-Nearest Neighbors) и наивный байесовский классификатор (Naive Bayes Classifiers — NBC).

Метод опорных векторов ^[1] — один из наиболее популярных методов обучения с учителем, который применяется для решения задач классификации и регрессии. Принцип метода заключается в построении гиперплоскости (Рис. 1), разделяющей объекты выборки оптимальным способом.

Алгоритм работает в предположении, что чем больше расстояние (зазор) между разделяющей гиперплоскостью и объектами разделяемых классов, тем меньше будет средняя ошибка классификатора. Это эквивалентно тому, что сумма расстояний до гиперплоскости от двух ближайших к ней точек, лежащих по разные стороны от неё, максимальна. Если такая гиперплоскость существует, она называется оптимальной разделяющей гиперплоскостью, а соответствующий ей линейный классификатор называется оптимально разделяющим классификатором.

Метод k-ближайших соседей ^[2] относится к классу непараметрических, т.е. не требует предположений о том, из какого статистического распределения был сформирован обучающий набор данных. Следовательно, классификационные модели, построенные с помощью метода KNN, также будут непараметрическими. Это означает, что структура модели не задается изначально, а определяется на основе данных. Так как признаки, на основе которых осуществляется классификация, могут иметь различную физическую природу и диапазоны значений, для улучшения результатов классификации будет полезно выполнить нормализацию обучающих данных.

Алгоритм KNN использует в своей работе две фазы: обучение и классификация. При обучении алгоритм запоминает векторы признаков наблюдений и их метки классов. Также задаётся параметр алгоритма k , который задаёт число соседей, которые будут использоваться при классификации. На фазе классификации для объекта без метки класса определяются k ближайших предварительно классифицированных наблюдений. Затем выбирается класс, которому принадлежит большинство из k ближайших примеров-соседей, и к этому же классу относится классифицируемый объект.

Самый простой способ классификации текста основан на использовании теоремы Байеса (1), которая позволяет определить вероятность какого-либо события (A) при условии, что произошло другое статистически взаимозависимое с ним событие (B).

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Наивный байесовский классификатор [3] используется для распознавания и классификации, которые подпадают под различные вариации в классификаторах образов по базовой вероятности и правдоподобию. Наивные байесовские техники основаны на самоопределяющихся предположениях.

Однако, не только выбор алгоритма обучения определяет эффективность работы модели нейронной сети. Как показывают современные исследования, для классификации текста крайне эффективны **сети сверточного типа** — CNN. В данных сетях каждый слой использует собственное преобразование данных путем свертки.

Исследование [4], проведенное в 2018 году группой сотрудников отдела биомедицинской статистики и информатики Департамента медицинских исследований клиники Мэйо штата Миннесота, показало, что CNN-сети лучше других нейронных сетей и алгоритмов справляются с задачей классификации. Сравнение проводилось с: многослойным персептроном (MLP), методом опорных векторов и методом «случайного леса» (RF). Превосходство CNN было выявлено в тестах как при обучении с учителем, так и без него. Данными и задачей классификации служило распознавание статуса курения и переломов тазобедренного сустава. CNN также может захватывать дополнительные шаблоны даже при обучении без учителя, что выгодно отличает ее от других моделей.

В ходе исследования выявлены и недостатки CNN: это высокая чувствительность к объему обучающих данных в сравнении с другими типами сетей и алгоритмов, а также низкая эффективность в задачах сложной многоклассовой классификации: например, классификация курения.

Сотрудники кафедр математики Университета Патр и Технологического образовательного института западной Греции в своем исследовании [5] классификаторов электронных документов пришли к двум выводам:

1. Эффективность классификаторов связана с их обучающим набором данных (corpus);
2. Качественные данные для обучения и тренировочные данные для повторного обучения могут с гарантировать классификацию высокой точности.

Авторы отмечают, что больших объемах обучающих данных стоит снижать число переменных путем получения главных переменных, когда при маленьких размерах датасетов это менее критично. При работе с малыми объемами обучающих данных важны настройки модели, а именно число эпох и величина допустимого отклонения: при многократном обучении на малых датасетах происходит «переобучение» (overfitting) модели — шаблонизация ее прогнозов.

Говоря о «переобучение» модели, нельзя не затронуть вопрос оптимального количества эпох обучения. Согласно ряду испытаний [6], для большинства задач достаточно ограничиться 10–12 итерациями обучения. Далее наступает «переобучение», и точность результатов падает.

Резюмируя, наиболее оптимальным типом нейронной сети для классификации данных, особенно текстовых, является CNN, особенно если объем обучающих данных значителен. Но, к сожалению, литература о машинном обучении мало уделяет внимания обучающим данным и особенностям их подготовки, а преимущественно лишь алгоритмическим составляющим моделей. Однако при низком качестве данных даже самый эффективный алгоритм не даст должного эффекта при применении. Исследования энтузиастов машинного обучения постепенно приносят некоторые практики подготовки данных, принципы работы с ними и способы решения проблем обучения моделей, однако еще не на все вопросы даны однозначные ответы.

Материалы и методы

Для обучения нейронной сети использовались данные комплексной оценки ОПК, содержащие порядка 10 тысяч записей об организациях на различные темы: специфика предметной области деятельности организации; уровень технического оснащения производства; нормативные документы; данные хозяйственного учета; плановая информация; данные финансовой и иной отчетности и т.п. При помощи подготовленных скриптов на языке JavaScript данные были приведены к формату JSON, а схема их полей сохранена для после-

дующего формирования наборов данных для обучения и тестирования. Для тестирования модели также были подготовлен скрипт, осуществляющий подготовку проверочного набора данных.

Для создания модели распознавания, наиболее подходящей для задачи классификации, был проанализирован математический перцептрон и полносвязные нейронные сети. Путем декомпозиции на уровни абстракции изучены основные принципы работы библиотеки TensorFlow. Проводились беседы с преподавателями различных учебных и научных организаций по теме исследования, актуальных направлениях применения машинного обучения для работы с естественным языком. Экспериментальным путем были определены оптимальные параметры модели для используемого объема учебных и тестируемых данных, дабы повысить скорость и точность классификации. Скорость генерации и загрузки модели в оперативную память измерялась при помощи программных средств.

TensorFlow

TensorFlow^[7] — открытая программная библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Google для решения задач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов. Применяется как для исследований, так и для разработки собственных продуктов Google. Изначально создавалась как проприетарный продукт с закрытым исходным кодом, однако в 2015 году была переведена в раздел открытых по лицензии Apache 2.0.

У TensorFlow есть две основных версии: 1.0 и 2.0. Вторая итерация приносит значительное расширение возможностей написания нейросетей благодаря наличию библиотеки глубокого машинного обучения Keras. Keras реализует поддержку полносвязных (dense), сверточных (CNN) и рекуррентных (RNN, LSTM) слоев, а также различных функций активации. Также TensorFlow 2.0 упрощает разработку, повышая уровень абстракции и выполняя ряд вычислений на лету.

Ключевые преимущества TensorFlow перед аналогичными библиотеками (PyTorch, Keras, DL4J):

- ◆ Широкая поддержка глубокого обучения;
- ◆ Большой выбор паттернов слоев моделей и самих моделей;
- ◆ Простая масштабируемость благодаря OPS API, составляющей ядро библиотеки;
- ◆ Автоматическое вычисление градиентов (для поиска локальных минимумов и максимумов);
- ◆ Встроенные инструменты графического представления TensorBoard (по умолчанию используется графовое представление);

- ◆ Поддержка различных аппаратных ускорителей вычислений;
- ◆ Встроенные инструменты профилирования приложений.

TensorFlow.js

Сообщество разработчиков приложения на языке JavaScript — самое многочисленное в мире. Согласно статистике использования языков программирования сервиса GitHub^[8], JavaScript занимает первое место с долей около 19%. Популярность JavaScript превышает популярность Python — самого богатого и удобного языка для разработки систем с поддержкой средств искусственного интеллекта и машинного обучения. Поэтому приход в JavaScript машинного обучения и появление инструментов удобного создания моделей был лишь вопросом времени.

Поэтому TensorFlow.js — реализация библиотеки TensorFlow для языка JavaScript — быстро завоевал свою долю в области инструментов разработки интеллектуального ПО. Она создавалась как понятный новичкам инструмент с реактивным вектором развития, учитывающий ключевые аспекты языка JavaScript и его применение в программных продуктах:

- ◆ Особенности JavaScript окружения;
- ◆ Понятность;
- ◆ Производительность;
- ◆ Безопасность.

Рассмотрим их подробнее:

JavaScript окружение. Одна из особенностей JavaScript — возможность выполнения в различных средах: на клиенте средствами веб-браузера, на сервере с использованием интерпретатора JavaScript V8 в составе пакета Node.js, а также в окружении операционных систем в виде приложений, использующих фреймворк Electron, также включающий в себя Node.js.

Понятность. TensorFlow.js создавался как понятный новичкам инструмент с реактивным вектором развития. Layers API реализует высокоуровневый доступ ко всем возможностям библиотеки, что является преимуществом для новичков. Для более опытных разработчиков приложений с функциями искусственного интеллекта схожесть Layers API с Keras API — программный интерфейс глубокого обучения на Python. В основе Layers — концепция модели и слоев, единая для большинства продуктов с машинным обучением.

Производительность. Основное ограничение JavaScript и его окружения — скорость интерпретации кода. Данная проблема была решена путем связывания

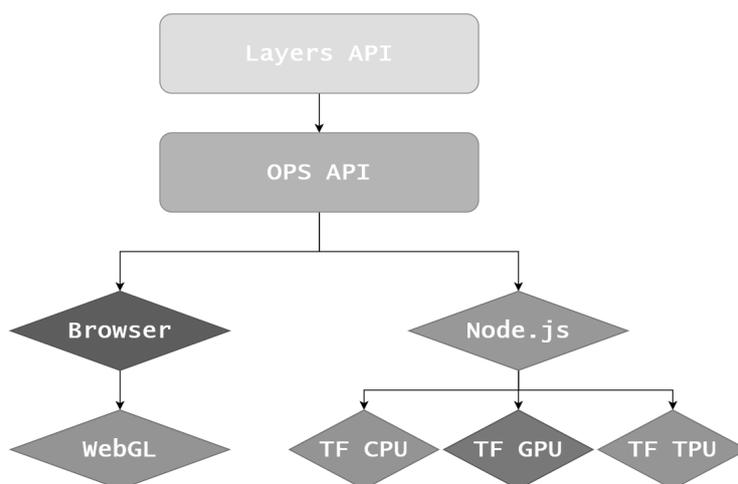


Рис. 2. Архитектура TensorFlow.js

объектов языка JavaScript внутри библиотеки с внешними файлами на C, чья производительность значительно выше. Также благодаря этому осуществляется транзитный доступ к аппаратному обеспечению компьютера. Данная тема будет расширена в разделе «Архитектура TensorFlow.js».

Безопасность. При использовании нейро-модели в браузере теряется необходимость в передаче пользовательских данных на сервер, благодаря чему они полностью сохранены и анонимны.

Архитектура TensorFlow.js

Как и большинство актуальных программных продуктов, TensorFlow.js обладает иерархичной структурой (Рис. 2), определенной уровнем абстракции того или иного процесса.

Рассмотрим снизу вверх уровни подробнее:

- ◆ **WebGL** — API для обработки трёхмерной графики в браузере. Разрабатывается консорциумом Khronos Group. Благодаря тому, что элементы WebGL являются частью DOM, API поддерживается всеми современными браузерами. За счёт использования низкоуровневых средств поддержки OpenGL [9], часть кода на WebGL может выполняться непосредственно на видеокартах, значительно повышая скорость вычислений;
- ◆ **Browser** в данной модели — это набор инструментов для доступа к памяти устройства, датчикам и системам безопасности и аутентификации пользователя. Браузер содержит в себе API для доступа к вышеупомянутому WebGL. В рамках TensorFlow.js, используемого на клиентской сто-

роне — это необходимый и незаменимый компонент.

Серверная часть состоит из следующих элементов:

- ◆ **Node.js** — программная платформа, представляющая собой интерпретатор языка JavaScript, построенная на V8 из браузера Google Chrome и расширенная рядом библиотек, необходимых для серверной разработки (доступ к файловой системе, веб-соединению и т.п.). В основе Node.js лежит событийно-ориентированное и асинхронное программирование с неблокирующим вводом/выводом. Так как JavaScript — интерпретируемый, а не компилируемый язык, то возникает вопрос о скорости выполнения операций и общей производительности, которая для интерпретируемых языков ниже, чем для компилируемых. Именно поэтому существуют 3 модуля, о которых речь пойдет ниже. Все они написаны на C++ и связаны с библиотекой TensorFlow.js, что позволяет вызывать их из JavaScript и выполнять со скоростью скомпилированного C++;
- ◆ **TF CPU (TensorFlow CPU)** — корневая библиотека, содержащая математическую и сущностную логику работы с моделями, ее слоями и внешними модулями. Содержит в себе файл TensorFlow C, исполняемый на ЦПУ с использованием аппаратного ускорения;
- ◆ **TF GPU** — как и TF CPU, содержит в себе файл TensorFlow C, однако исполнение тензорных операций осуществляется не на ЦПУ, а на графическом процессоре с поддержкой CUDA, то есть на видеоускорителях производства NVIDIA. CUDA позволяет реализовывать на специальных упрощённых диалектах языков программирова-

```
▼ {query: "Патронное", type: "tech", prediction: {...}} ⓘ
  ▶ prediction: {0: 0.9432441592216492, 1: 0.05675579607486725}
    query: "Патронное"
    type: "tech"
```

Рис. 3. Поисковый запрос для типа «tech».

```
▼ {prediction: {...}, query: "Фармацевтическая", type: "human"} ⓘ
  ▶ prediction: {0: 0.22043132781982422, 1: 0.7795686721801758}
    query: "Фармацевтическая"
    type: "human"
```

Рис. 4. Поисковый запрос для типа «human».

ния Си, С++ и Фортран алгоритмы, выполнимые на графических и тензорных процессорах NVIDIA;

- ◆ **TF TPU** — исполнение тензорных операций осуществляется на TPU (Tensor Processing Unit). TPU — специальный тензорный процессор, относящийся к классу нейронных процессоров, являющийся специализированной интегральной схемой. По сравнению с графическими процессорами, рассчитан на более высокий объём вычислений с пониженной точностью (например, всего 8-разрядную точность) при более высокой производительности на ватт.

Общие для клиента и сервера уровни:

- ◆ **OPS API** — высокоуровневый API С++ для параллельного выполнения математических операций в приложениях [10];
- ◆ **Layers API** — API для разработчиков конечных приложений с использованием TensorFlow.js. Позволяет создавать и взаимодействовать с существующими моделями высокой сложности. Поддерживаются различные виды слоев. Имеется совместимость с моделями TensorFlow, написанными на Python-версии библиотеки.

Результаты

Основная задача модели: классификация поступающего на вход текстового сообщения по типу на основе нейронных связей, полученных на этапе обучения. В модели использовались следующие параметры:

- ◆ **Тип сети:** CNN или же сверточная нейронная сеть — эффективна в задачах классификации;
- ◆ **Тип слоя:** conv2d или же сверточный слой;
- ◆ **Функция активации:** softmax. Это обобщённая логистической функции для мульти классовой (не бинарной) выборки;
- ◆ **Максимальное отклонение:** 0.1. Значения превышаю данное негативно сказывались на точности прогнозирования;

- ◆ **Количество эпох обучения:** 10.

Обучение модели осуществлялось по заранее подготовленному набору данных (обучение с учителем), состоящему из 1000 элементов: 500 предложений на русском языке со значением вывода «tech» (производства технических изделий) и 500 со значением «human» (организации, работающие с кадрами, персоналом и в сферах легкой промышленности).

Так как нейросети наиболее эффективны при работе с числами, естественную речь в виде текста нужно перекодировать в понятный алгоритму формат. Для кодирования использовалась библиотека, входящая в пакет TensorFlow — Universal Sentence Encoder [11]. Данный инструмент кодирует массив текста в массив чисел, которые легко обрабатываются тензорами.

На вход модель получает строку естественного языка. Она передается в модель, где кодируется в числовой вид и классифицируется на основе сформированных при обучении связей. Результатом классификации является объект с тремя полями:

1. prediction — объект с коэффициентами совпадения: ключ 0 — вариант «tech», а ключ 1 — «human». Сами коэффициенты лежат в диапазоне от 0.0 до 1.0;
2. query — исходная строка;
3. type — результат распознавания в текстовом виде.

Ниже приведены результаты тестирования корректности работы модели для двух тестовых строк с ожидаемо различными ответами: тип «tech» для рисунка 3 и тип «human» для рисунка 4. Результаты работы модели верны и попадают в требуемую точность 0.7.

Так как разработка модуля предиктивного поиска велась на двух компьютерах, один из которых оснащен

Таблица 1. Результаты тестов производительности

	CPU, мс	GPU, мс	Прирост
Генерация	3135	2757	13%
Загрузка	2066	978	211%

```
node-pre-gyp info This Node instance does not support builds for N-API version 7
node-pre-gyp info This Node instance does not support builds for N-API version 8
node-pre-gyp info This Node instance does not support builds for N-API version 7
node-pre-gyp info This Node instance does not support builds for N-API version 8
2021-05-22 17:30:11.040425: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:49] Successfully opened dynamic library cudart64_110.dll
2021-05-22 17:30:11.078904: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:142] This TensorFlow binary is optimized with oneAPI Deep Neural Network Library (oneDNN)
To enable them in other operations, rebuild TensorFlow with the appropriate compiler flags.
2021-05-22 17:30:11.081392: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:49] Successfully opened dynamic library nvcuda.dll
2021-05-22 17:30:11.094895: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1720] Found device 0 with properties:
pciBusID: 0000:01:00.0 name: NVIDIA GeForce RTX 3060 Ti computeCapability: 8.6
coreClock: 1.83GHz coreCount: 38 deviceMemorySize: 8.00GiB deviceMemoryBandwidth: 417.29GiB/s
2021-05-22 17:30:11.095311: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:49] Successfully opened dynamic library cudart64_110.dll
2021-05-22 17:30:11.101101: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:49] Successfully opened dynamic library cublas64_11.dll
2021-05-22 17:30:11.101308: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:49] Successfully opened dynamic library cublasLt64_11.dll
2021-05-22 17:30:11.104371: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:49] Successfully opened dynamic library cufft64_10.dll
2021-05-22 17:30:11.105750: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:49] Successfully opened dynamic library curand64_10.dll
```

Рис. 5. Лог запуска модели на GPU с использованием CUDA

видеоускорителем NVIDIA, а другой нет, то при тестировании использовались две корневых библиотеки:

1. tensorflow/tfjs-node — TensorFlow.js для вычислений на CPU;
2. tensorflow/tfjs-node-gpu — TensorFlow.js для вычислений на NVIDIA GPU.

При помощи параметра «platform» системного процесса Node.js «process» было реализовано переключение между ними в зависимости от операционной системы, будь то macOS или Windows.

Также было проведено тестирование производительности нейросети при исполнении только на центральном процессоре, а также с использованием CUDA-ядер видеоускорителя NVIDIA. Конфигурация тестового стенда:

- ◆ ОС: Windows 10 версии 20H2;
- ◆ Процессор: Intel Core i7 10700K 4.8 ГГц 8-ядерный, 16-поточный;
- ◆ ОЗУ: 32 ГБ DDR4 3600 МГц;
- ◆ Видеоадаптер: NVIDIA RTX 3060Ti 8 Гб.

При запуске модели на видеоускорителе NVIDIA используются тензорные ядра ^[12] — специальные аппаратные блоки, ускоряющие обработку операций машинного обучения. Судить об использовании тензорных ядер можно по рейтингу вычислительных возможностей (compute capability) GPU. Модели с индексом 7.0 и выше построены на архитектурах NVIDIA Turing и NVIDIA Ampere, содержащих тензорные блоки и RTX блоки. Используемый в работе видеоускоритель ос-

новывается на NVIDIA Ampere и обладает индексом 8.6, а значит использует тензорные ядра (Рис. 5):

Результаты тестирования производительности приведены в Таблице 1:

Из результатов тестов производительности очевидно, что использование вычислительных блоков NVIDIA CUDA значительно ускоряет выполнение операций машинного обучения. В больших моделях это дает еще большее преимущество благодаря эффективному распараллеливанию операций. NVIDIA является одним из мировых лидеров в области разработки аппаратного обеспечения для машинного обучения.

Заключение

В ходе настоящей работы описана актуальность использования машинного обучения в программных комплексах, приведена основная информация о фреймворке машинного обучения TensorFlow и его реализации для языка программирования JavaScript. Рассмотрена архитектура пакета TensorFlow.js, его преимущества и ограничения.

Для решаемой задачи классификации текста описан выбор программной платформы, аппаратная конфигурация оборудования, а также тип и параметры модели обработки данных.

Результатом работы является серверное приложение на платформе Node.js, реализующее классифика-

цию текста с использованием библиотеки машинного обучения TensorFlow. Созданная CNN-нейросеть была обучена при помощи подготовленного «датасета», составленного на основе реальных данных комплексной оценки ОПК. В ходе тестирования были получены корректные результаты работы модели классификации запросов, проведено сравнение производительности при генерации и загрузке модели средствами CPU и GPU, сделаны выводы об оптимальных аппаратных составляющих систем, использующих нейросети в своей работе: применение графических и тензорных уско-

рителей значительно повышает скорость обучения и загрузки готовой модели.

Благодарности

Автор выражает признательность старшему преподавателю ФГУП «ВНИИ «Центр» Дрягиной Анастасии Дмитриевне за помощь при написании данной статьи. Автор выражает благодарность к.т.н., доценту РТУ МИРЭА Сорокину Алексею Борисовичу за теоретическую подготовку в области искусственного интеллекта и машинного обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Scikit-learn — Machine Learning in Python. Support Vector Machines [Электронный ресурс]: URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/svm.html> (дата обращения: 18.06.2021)
2. Scikit-learn — Machine Learning in Python. Nearest Neighbors [Электронный ресурс]: URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/neighbors.html> (дата обращения: 18.06.2021)
3. Wikipedia — The Free Encyclopedia. Naive Bayes classifier [Электронный ресурс]: URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Naive_Bayes_classifier (дата обращения: 18.06.2021)
4. Wang, Y., Sohn, S., Liu, S. et al. A clinical text classification paradigm using weak supervision and deep representation. BMC Med Inform Decis Mak [Электронный ресурс]: URL: <https://bmcmmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-018-0723-6> (дата обращения: 19.06.2021)
5. Ikonomakis E., Kotsiantis S., Tampakas V. Text Classification Using Machine Learning Techniques. WSEAS Transactions on Computers [Электронный ресурс]: URL: https://www.researchgate.net/publication/228084521_Text_Classification_Using_Machine_Learning_Techniques (дата обращения: 19.06.2021)
6. GeeksforGeeks — A computer science portal for geeks. Choose optimal number of epochs to train a neural network in Keras. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.geeksforgeeks.org/choose-optimal-number-of-epochs-to-train-a-neural-network-in-keras/> (дата обращения: 27.06.2021)
7. TensorFlow.js — Официальная документация (API). [Электронный ресурс]: URL: <https://js.tensorflow.org/api/latest/> (дата обращения: 01.05.2021)
8. GitHub Languages Stats. [Электронный ресурс]: URL: https://madnight.github.io/github/#/pull_requests/2021/1 (дата обращения: 01.05.2021)
9. OpenGL ES for the Web — Kronos Group. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.khronos.org/webgl/> (дата обращения: 08.05.2021)
10. OPS C++ User's Manual. [Электронный ресурс]: URL: <https://op-dsl.github.io/docs/OPS/user.pdf> (дата обращения: 14.05.2021)
11. TensorFlow — Universal Sentence Encoder. [Электронный ресурс]: URL: <https://tfhub.dev/google/universal-sentence-encoder/1> (дата обращения: 15.05.2021)
12. TensorFlow — Mixed precision supported hardware. [Электронный ресурс]: URL: https://www.tensorflow.org/guide/mixed_precision?hl=en#supported_hardware (дата обращения: 22.05.2021)
13. Сорокин А.Б. Интеллектуальные САиСИС. — лекции, М.: РТУ МИРЭА, 2019/2020 уч. год.

© Прохоров Андрей Валерьевич (mobilelookfree@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСЦИПЛИН ОБСЛУЖИВАНИЯ С ГАММА РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ

ANALYSIS OF PROBABILISTIC- TEMPORAL CHARACTERISTICS OF SERVICE DISCIPLINES WITH GAMMA DISTRIBUTION

**A. Pugach
D. Stepanova
K. Gaipov**

Summary. This article analyzes the parameters that affect the bandwidth of traffic with Gamma distribution. When analyzing Internet traffic, a graph will be built showing the correctness of the data received from the generator. After that, graphs for different packet lengths will be obtained at bandwidths of different values. On their basis, the traffic most sensitive to losses will be identified. Then, based on the application of one of the congestion avoidance methods, results will be obtained showing a reduction in losses for sensitive packet lengths. Also, based on this method, concepts will be identified in which losses will be minimal. This article includes 16 pages, 14 figures and 8 references.

Keywords: gamma distribution, traffic generator, IP packet, bandwidth.

Пугач Алексей Витальевич

Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
Красноярск

Степанова Дарья Семёновна

Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
Красноярск
052299@bk.ru

Гаипов Константин Эдуардович

К.т.н., доцент, Сибирский государственный
университет науки и технологий имени академика
М.Ф. Решетнева, Красноярск

Аннотация. В данной статье производится анализ параметров, влияющие на пропускную способность трафика с Гамма распределением. При анализе интернет-трафика будет построен график, показывающий правильность полученных данных с генератора. После на пропускных способностях различной величины будут получены графики для разных длин пакетов. На их основании будет выявлен наиболее чувствительный к потерям трафик. После, на основании применения одного из методов предотвращения перегрузок, будут получены результаты, показывающие снижение потерь для чувствительных к ним длин пакетов. Также на основании данного метода будут выявлены концепции, при которых потери будут минимальны. Данная статья включает в себя 16 страниц, 14 рисунков и 8 источников списка литературы.

Ключевые слова: гамма распределение, генератор трафика, IP пакет, пропускная способность.

Введение

На сегодняшний день, большинство компаний, работающих с огромным количеством данных интернет-трафика, сталкиваются с проблемой того, что нет какого-либо единого закона, которому подчиняется данный трафик. Исходя из этого возникают задержки сети, потери данных, а также сбой в программах и устройствах из-за неспособности обработки запросов всех пользователей. Одним из решений данной проблемы является проверка того, подчиняется ли интернет-трафик какому-либо из математических распределений, чтобы после, зная параметры данного распределения, повышать эффективность работы сети, уменьшая задержки и количество потерь данных

Для осуществления такой задачи прибегают к натурному моделированию. Для его проведения, с целью исследования вероятностно временных характеристик различных дисциплин обслуживания, необходимы источники трафика с контролируруемыми статистическими параметрами. Для того, чтобы создать симуляцию интернет-трафика, используются различного рода генераторы, позволяющие выбрать, по какому из распределений будут создаваться данные. Но, помимо этого, следует произвести проверку того, есть ли сходство между теми данными, под которые подстраивается генератор трафика с теоретическими. Для того, чтобы произвести данную проверку, используем теорию о том, что если графики плотности вероятности практических данных и данных, полученных при тех же параметрах с точки

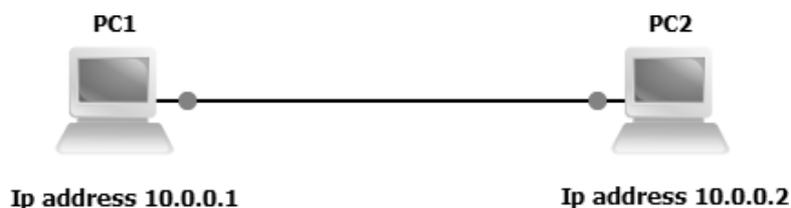


Рис. 1. Топология для проверки распределения



Рис. 2. Проверка подлинности данных

зрения общеизвестных значений совпадут, то можно сделать вывод, что генератор может при определенных параметрах создать трафик, подчиняющийся данному распределению.

Исходя из результатов симуляции, можно сделать вывод о том, что и для реальной ситуации в проводных и беспроводных системах связи можно высчитать потери при приеме и передаче данных. После данной проверки, необходимо будет совершить анализ пропускной способности для того, чтобы выявить определенные рамки, в которых будет работать применяемое распределение.

Основная часть

Для анализа используется такой генератор как DITG (Distributed internet traffic generator) [1], так как в нем есть большое разнообразие распределений, которым

подчиняются такие величины как длина полезных данных, инкапсулируемых в IP пакет, интервал времени между кадрами, скорость генерации пакетов. Также немаловажным плюсом является его простота. Среди всех распределений, которые являются часто используемыми и имеющимися в данном генераторе, можно выделить такие, как экспоненциальное, гамма, Пуассона, а также нормальное. Для самого анализа выбор падает на гамма распределение, ибо оно подразумевает большой диапазон разброса длины пакетов, что делает возможной ситуацией, максимально приближенной к трафику, который используется в самом интернете.

После необходимо определиться, какой тип пакетов необходимо использовать для генерации трафика, а именно на базе какого протокола. Логичным будет использовать пакеты с протоколом TCP и UDP [2], так как в процессе приема и передачи каких-либо данных они являются наиболее распространенными. В данном

Таблица 1. Фиксированные значения коэффициента формы длин пакетов

10240	Коэффициент масштаба интервалов между вызовами	Коэффициент формы интервалов между вызовами	Коэффициент масштаба длин пакетов	Коэффициент формы длин пакетов
	1.7812	0.1	200	1
	0,21718	1	250	1
	0,025624	10	300	1

Таблица 2. Фиксированные значения коэффициента масштаба длин пакетов

10240	Коэффициент масштаба интервалов между вызовами	Коэффициент формы интервалов между вызовами	Коэффициент масштаба длин пакетов	Коэффициент формы длин пакетов
	0,8906	0,2	200	1
	0,41795	0.8	200	2
	0,49063	1	200	3

Таблица 3. Фиксированные значения коэффициента формы интервалов между вызовами

10240	Коэффициент масштаба интервалов между вызовами	Коэффициент формы интервалов между вызовами	Коэффициент масштаба длин пакетов	Коэффициент формы длин пакетов
	0,56876	1	700	1
	0,88123	1	550	2
	0,9984	1	250	5

Таблица 4. Фиксированные значения коэффициента масштаба интервалов между вызовами

10240	Коэффициент масштаба интервалов между вызовами	Коэффициент формы интервалов между вызовами	Коэффициент масштаба длин пакетов	Коэффициент формы длин пакетов
	0,5	1,9187	400	3
	0,5	0,98123	600	1
	0,5	1,1375	350	2

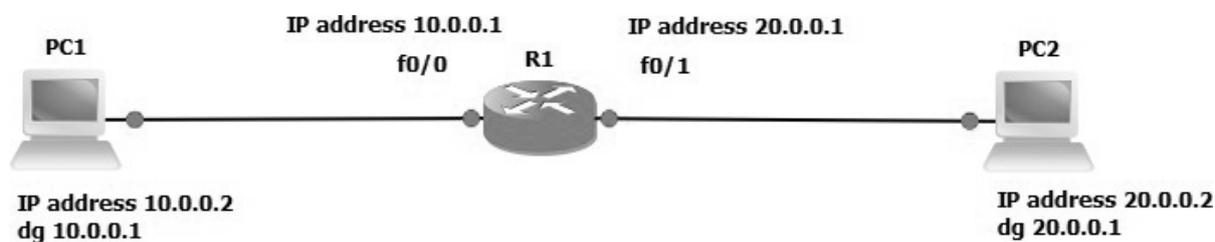


Рис. 3. Топология проводной сети

варианте рассматриваются пакеты протокола UDP, которые после прохождения всех уровней стека TCP/IP, формируются как кадры типа Ethernet II [3].

Топология, которая будет определять совпадения теоретических данных с практическими, представляет из себя проводное соединение двух компьютеров (рис. 1).

В процессе сбора данных с генератора, все их необходимо обработать. Для этого использовалась программа Wireshark [4], позволяющая отследить генерируемые пакеты UDP, идущие к получателю. После захвата всех данных, их необходимо отфильтровать, ибо за время генерации, в данной программе были выявлены данные, свидетельствующие о состоянии подключения

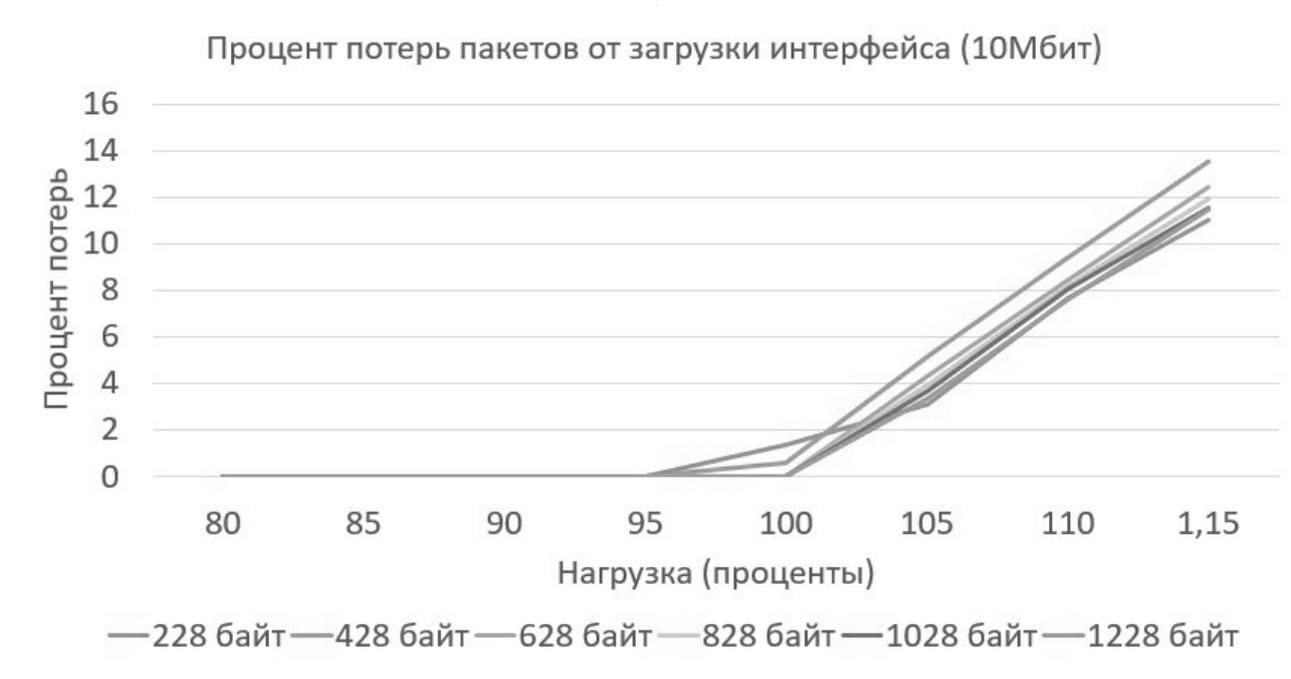


Рис. 4. Зависимость потерь от нагрузки на интерфейс для 10 Мбит

и проверке соединения между компьютерами, а также данные о получении MAC адресов в виде запросов ARP. Поэтому, в Wireshark необходимо выставить ограничение в виде UDP пакетов, позволяющее убрать лишние данные за время генерации трафика.

После просеивания, все данные о пакетах необходимо перенести в Excel, чтобы после вычленив из них необходимую информацию для построения практического графика, показывающего Гамма распределение с точки зрения генератора. После чего, исходя из тех же данных, используя встроенные функции Excel, строим теоретический график. Если данные графики сойдутся между собой, следовательно, можно сделать вывод о том, что генератор выдает истинные значения для выбранных параметров shape и scale для такой случайной величины, как длина пакета [5]. Но, стоит учитывать тот факт, что Гамма распределение в данной ситуации работает только с «чистыми» данными, исключая служебную информацию, потому для получения истинных значений, необходимо от длины каждого пакета отнимать часть, которую занимает служебная информация (в данном случае, размер служебной информации равен 42 байтам), рис. 2.

Все измерения были произведены для длин пакетов в диапазоне от 200 байт до 1400 байт, которые показали аналогичный результат, показанный на Рисунке 7. Исходя из этого можно сделать вывод, что данное распределение работает для всех основных длин пакетов.

Для дальнейшего анализа, будет использоваться топология, которая будет включать в себя 2 устройства, выступающих в роли передатчика и приемника, а также маршрутизатор для контроля нагрузки и наложения на поток трафика определенных ограничений (рис. 3).

Маршрутизатор будет ограничивать пропускную способность для выявления параметров Shape и Scale случайной величины как интервалы между вызовами.

Пропускная способность в генераторе DITG, настроенном на Гамма распределении, регулируется путем четырех переменных, представленных в виде shape и scale для длины пакета, а также shape scale для интервалов между вызовами. В качестве примера, рассмотрим ситуацию, когда пропускная способность ограничена 10 мегабитами в секунду. Тогда для получения данных 10 мегабит, будет выявлено 4 ситуации с описывающими переменными, а именно когда одна из четырех переменных является статической, то есть неизменной, во время изменения других переменных. Данные вариации указаны в таблицах 1, 2, 3, 4.

После проведения измерений, были получены статистические данные, на основе которых были построены графики зависимости потерь пакетов от загрузки для различных длин пакетов. Данные графики представлены на рис. 4, 5, 6, 7, 8.

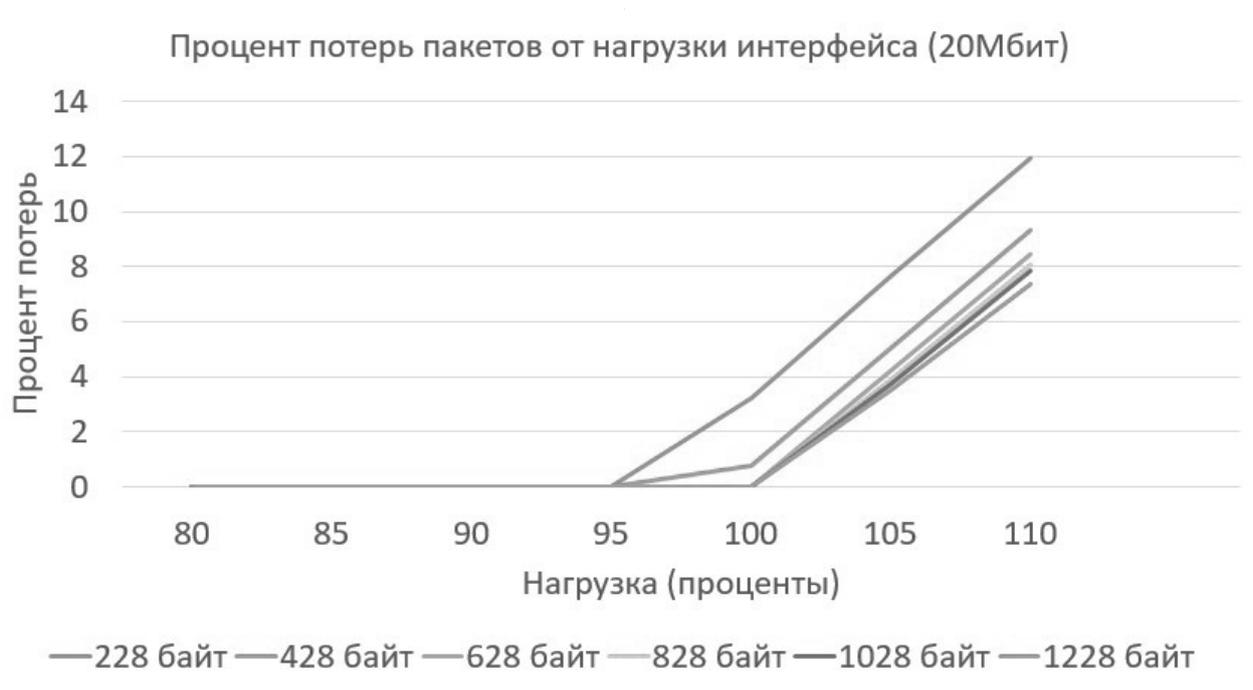


Рис. 5. Зависимость потерь от нагрузки на интерфейс для 20 Мбит

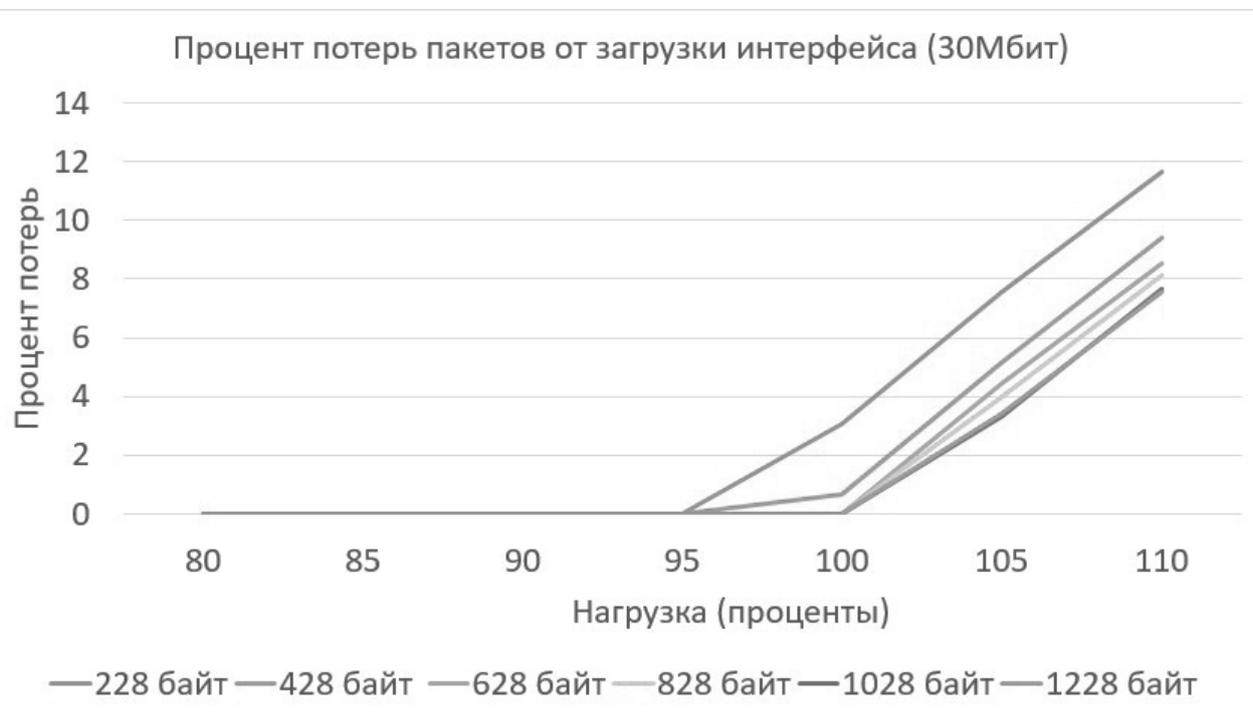


Рис. 6. Зависимость потерь от нагрузки на интерфейс для 30 Мбит

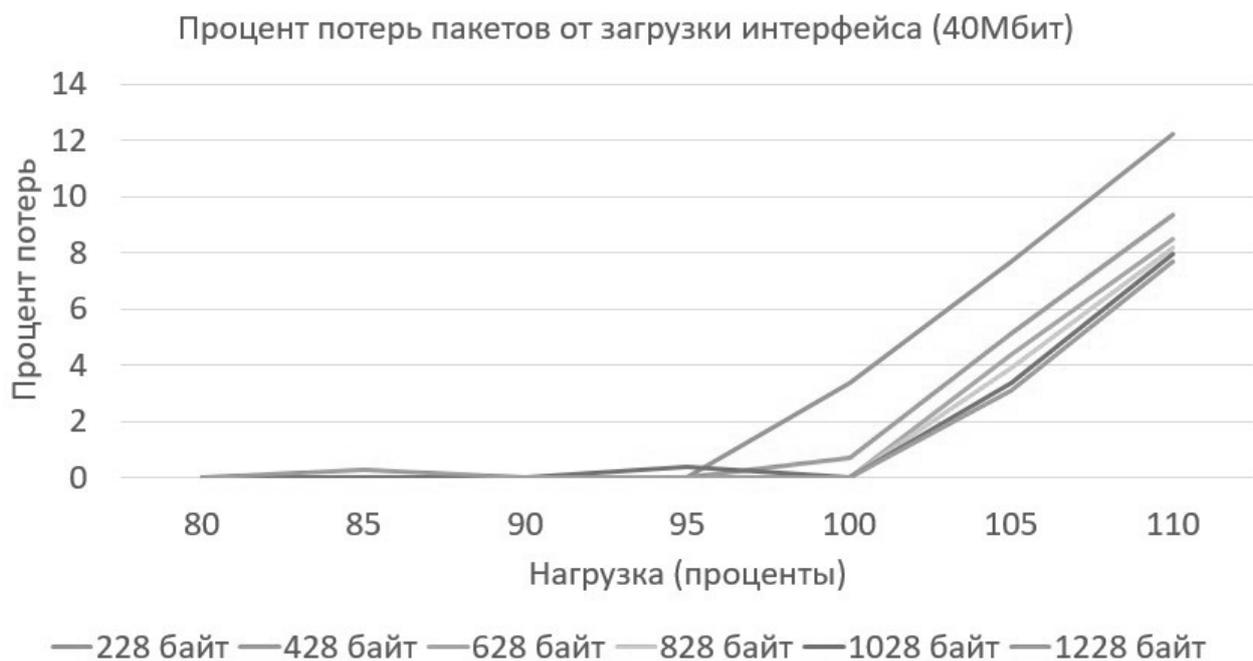


Рис. 7. Зависимость потерь от загрузки на интерфейс для 40 Мбит

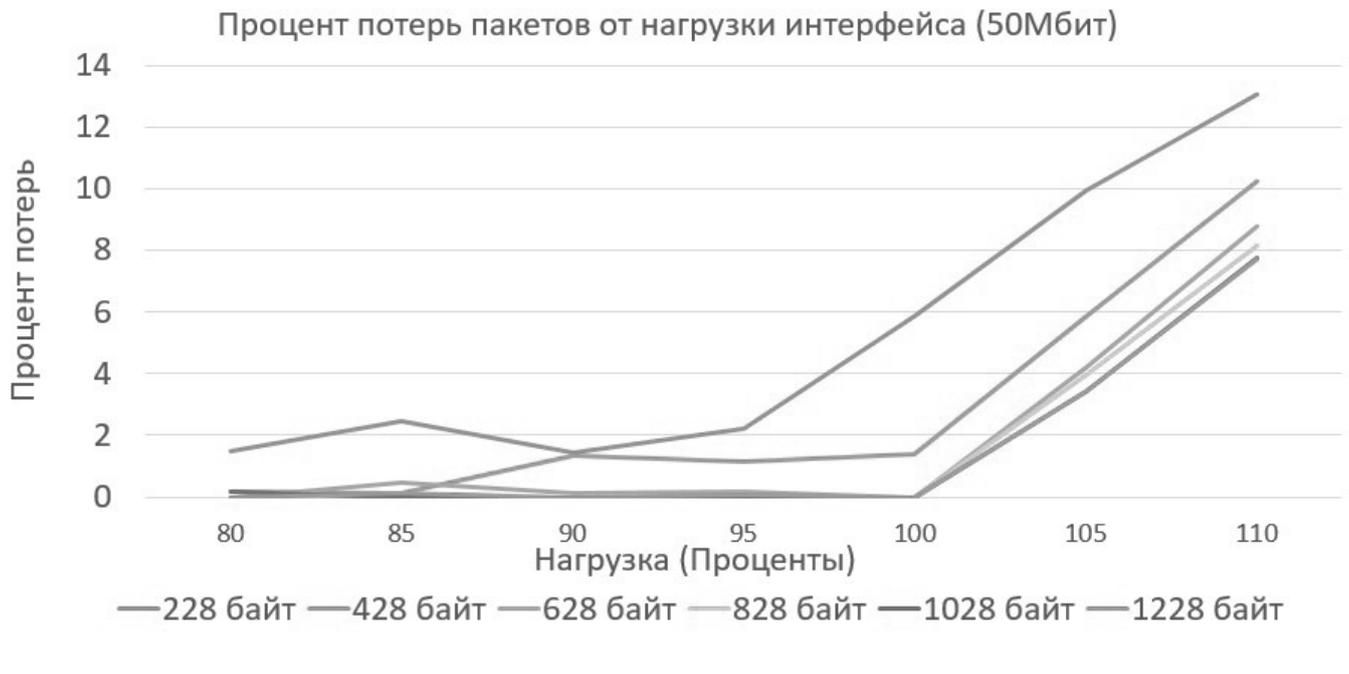


Рис. 8. Зависимости потерь от загрузки на интерфейс для 50 Мбит

Таблица 5. Вариации распределения трафика для 25 мест в очереди

Количество мест в очереди	Процент данных для первого потока	Процент данных для второго потока	Процент данных для третьего потока
25	75	12,5	12,5
	50	25	25
	35	35	30

Таблица 6. Вариации распределения трафика для 25 мест в очереди

Количество мест в очереди	Процент данных для первого потока	Процент данных для второго потока	Процент данных для третьего потока
50	75	12,5	12,5
	50	25	25
	35	35	30

Таблица 7. Вариации распределения трафика для 25 мест в очереди

Количество мест в очереди	Процент данных для первого потока	Процент данных для второго потока	Процент данных для третьего потока
100	75	12,5	12,5
	50	25	25
	35	35	30

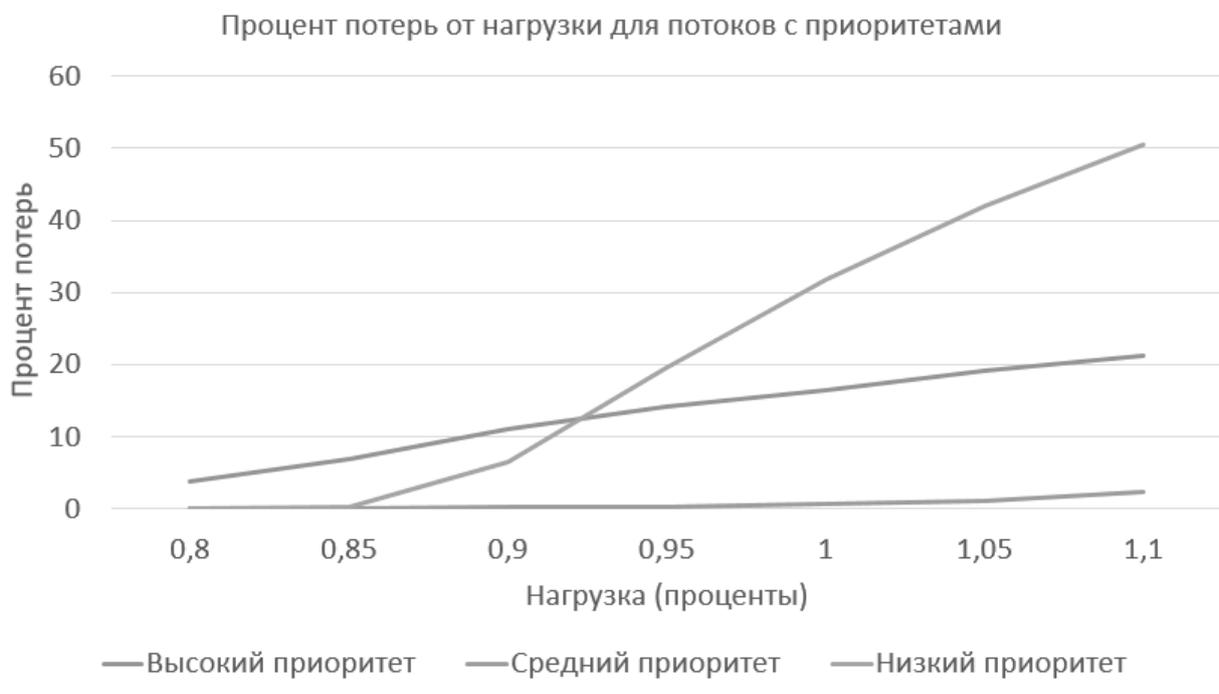


Рис. 9. Зависимость потерь от нагрузки для 3 потоков 2 комбинации

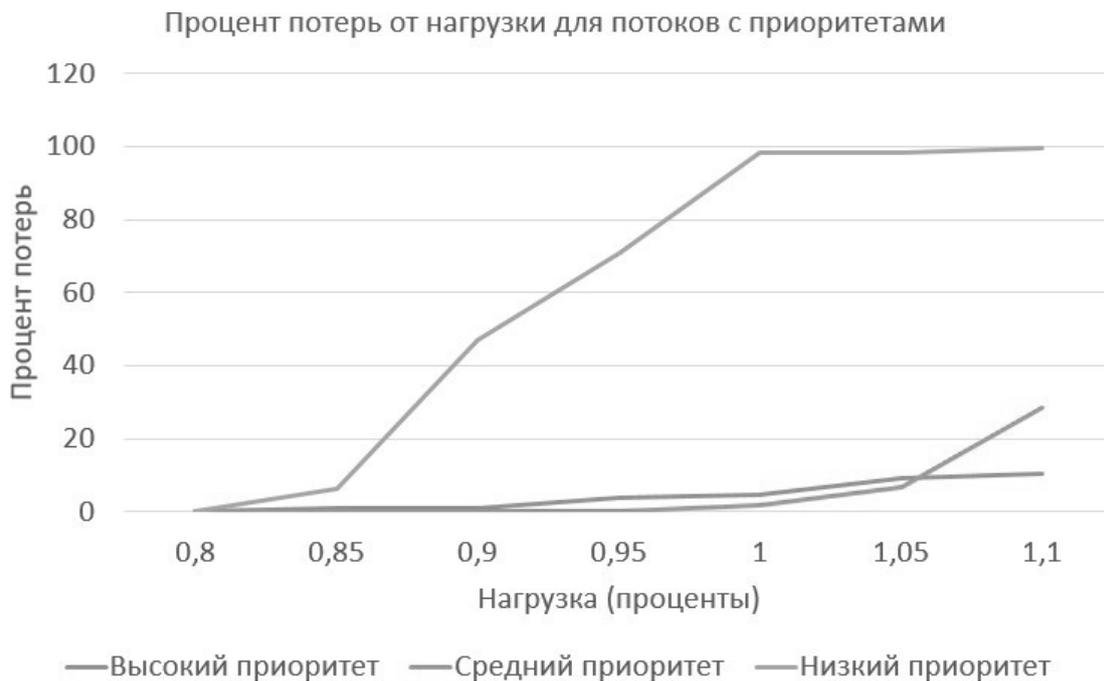


Рис. 10. Зависимости потерь от нагрузки для 3 потоков 4 комбинации

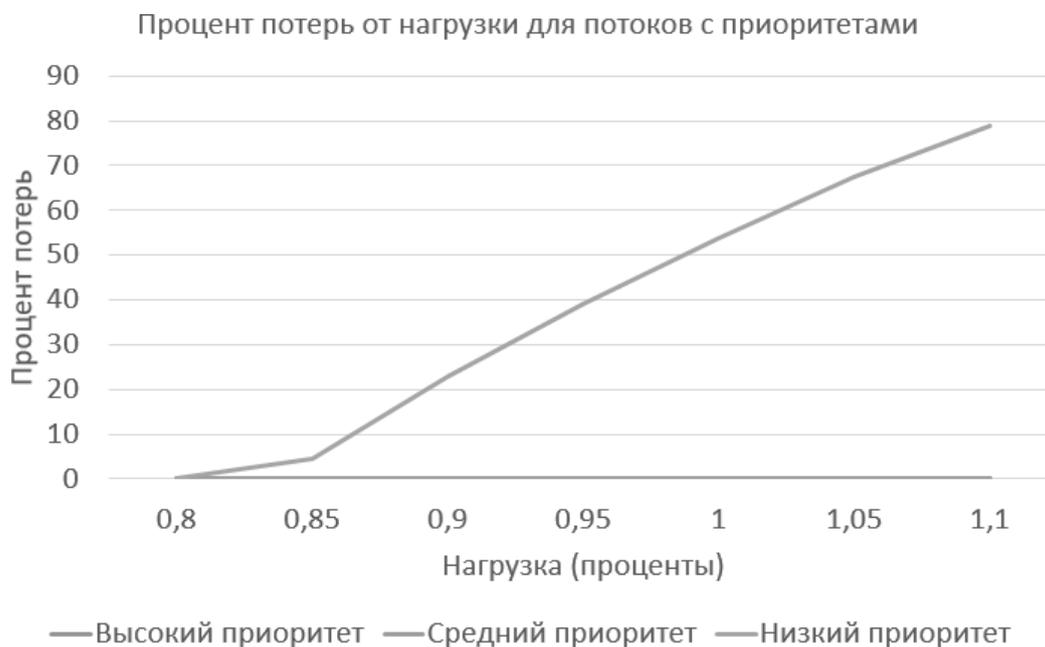


Рис. 11. Зависимости потерь от нагрузки для 3 потоков 6 комбинации

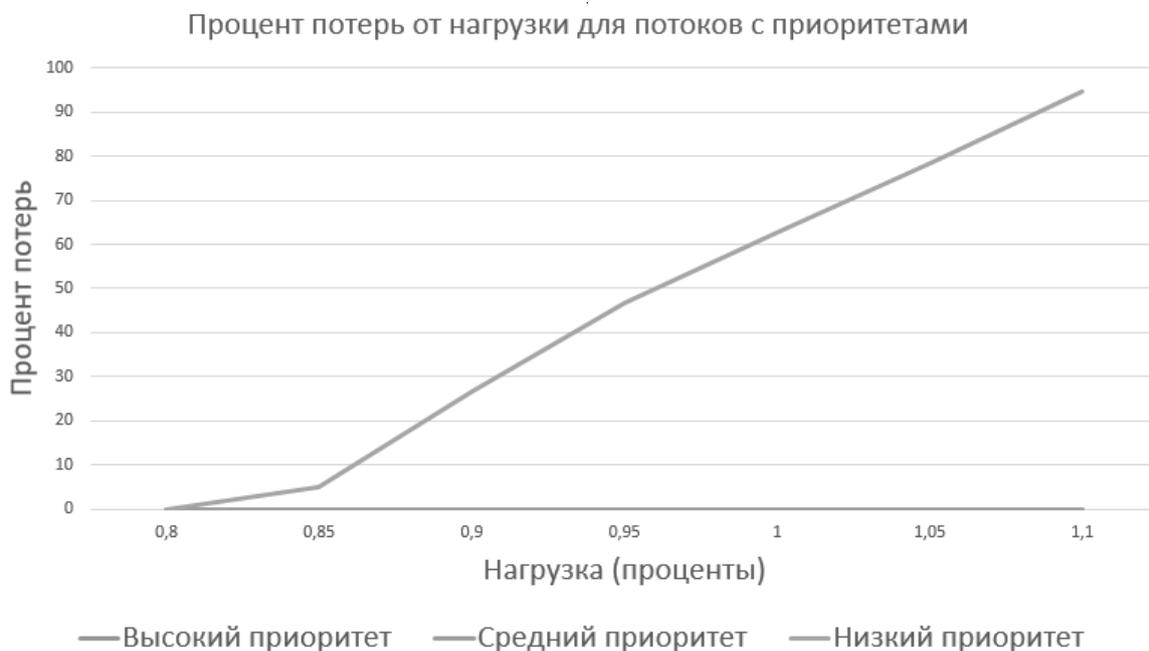


Рис. 12. Зависимости потерь от нагрузки для 3 потоков 8 комбинации



Рис. 13. Зависимость потерь от нагрузки для 50 мест в очереди

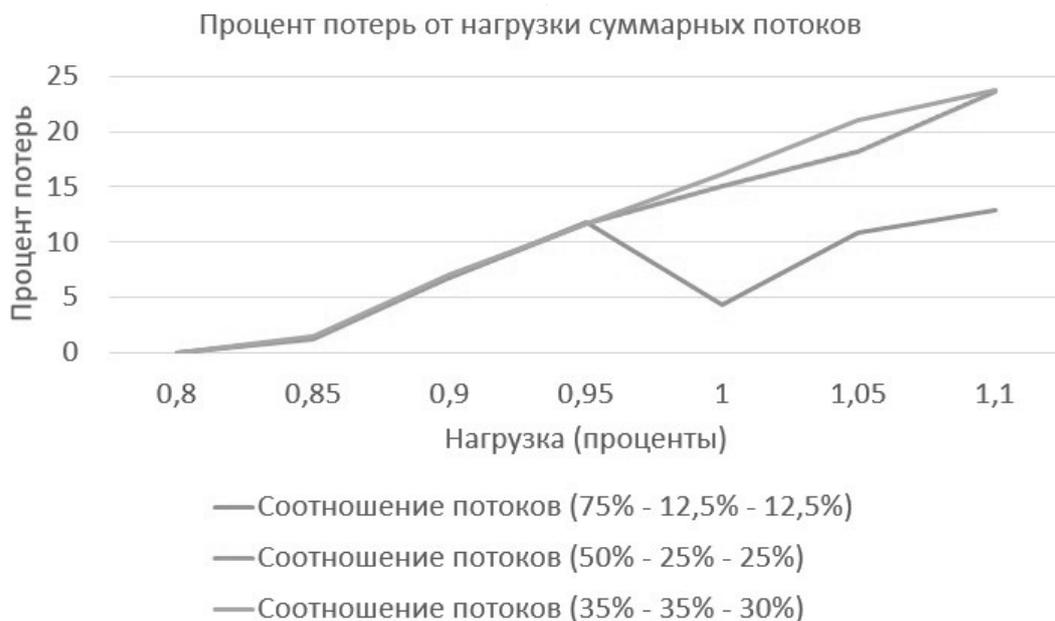


Рис. 14. Зависимость потерь от нагрузки для 100 мест в очереди

Исходя из графиков, представленных выше, наиболее чувствительным к потерям является трафик с маленькими длинами пакетов. Для того, чтобы уменьшить процент потерь данного трафика, необходимо использовать методы предотвращения перегрузок [6], разработанные компанией Cisco для их выпускаемых продуктов. Для данной статьи использовался метод приоритетной очереди.

Механизм приоритетного обслуживания трафика разделяет весь сетевой трафик на небольшое количество потоков с присвоением каждому потоку приоритета. Разделение на потоки можно производить различными способами. Пакеты могут разбиваться на очереди по приоритетам в соответствии с классом сетевого протокола, например, IP, по адресам получателя и отправителя, номеру порта TCP/UDP и других признаков, содержащихся в пакетах.

Приоритетное обслуживание применяется в случае, когда в сети есть чувствительный к задержкам трафик, с небольшой интенсивностью, так как его наличие не ущемляет другой трафик. Для примера можно привести голосовой трафик, он чувствителен к задержкам, но его скорость небольшая и примерно равна 8–16 Кбит/с, назначив ему высокий приоритет остальной трафик не будет подавляться. Но, с другой стороны, существует видеотрафик, который требует высокого приоритета, но имеет также высокую скорость.

Данная дисциплина работает с приоритетными потоками, если таковых не будет, все пакеты будут

помещаться в очередь по умолчанию. Она обеспечивает приоритет одних пакетов над другими. Имеет всего четыре очереди: высокий, средний, нормальный, низкий. Обработка пакетов происходит последовательно от очереди высокий до очереди низкий. Из-за последовательной обработки возможна монополизация канала высокоприоритетными очередями [8].

После настройки маршрутизатора для метода приоритетной очереди, необходимо рассчитать потери для пакетов длиной 228 байт, ибо они являются наиболее чувствительными к ним. Так как потери при данном методе зависят от двух составляющих, а именно от длины очереди и процент данных, приходящийся на каждый отдельный поток с разным приоритетом, необходимо сделать анализ при разной длине очереди, а также разным объемом данных для каждого потока, чтобы было достаточно объективно.

Варианты распределения трафика и количество мест в очереди изображены на таблицах 5,6,7.

Первый поток имеет высокий приоритет, у второго средний, а у третьего низкий.

Исходя из вышеприведенных комбинаций, необходимо составить графики потерь (рис. 9, 10, 11, 12).

После необходимо составить итоговые графики, состоящие из суммы 3 потоков для каждой комбинации (рис. 13, 14).

Заключение

Из вышеприведенных графиков, можно сделать вывод, что при распределении трафика в соотношении 75% — 12,5% — 12,5% и количестве мест в очереди

выше 25, наблюдаются маленькие потери. То есть, если рассматривать реальную ситуацию, где поток данных составляет пакеты разных протоколов, то в вышеописанном соотношении будет наблюдаться балансировка, при которой потери важных данных будут минимальны.

ЛИТЕРАТУРА

1. D-ITG MANUAL [Электронный ресурс]: Grid.unina.it, официальный сайт URL: <http://www.grid.unina.it/software/ITG/manual/> (дата обращения: 1.06.2020).
2. Джозеф Филипс, Томас Ли. Windows server 2003. Протоколы и службы TCP/IP. М.: «СП ЭКОМ», 2005. — 752 с.
3. Одом Уэнделл Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCENT/CCNA ISND1 100–105, акад. изд.: Пер. с англ. — СПб.: ООО «Диалектика», 2019. — 1088 с.
4. Крис Сандерс Анализ пакетов: практическое руководство по использованию Wireshark и tcpdump для решения реальных проблем в локальных сетях, 3-е изд.: Пер. с англ. — СПб.: ООО «Диалектика», 2019—448с.
5. Гамма распределение [Электронный ресурс]: Statistica, официальный сайт URL: <http://statistica.ru/theory/gamma-raspredelenie/> (дата обращения: 1.06.2020).
6. Виджей Боллапрагада, Кэтрис Мерфи, Расс Уайт. Структура операционной системы Cisco IOS. М.: «Вильямс», 2002. —208с.
7. Леонард Клейнрок Теория массового обслуживания. Пер с англ./Пер. И.И. Грушко; ред. В.И. Нейман. — М.: Машиностроение, 1979. — 432с.
8. Ш. Вегешна. Качество обслуживания в сетях IP. // М.: Изд-во «Вильямс», 2003. — 356с

© Пугач Алексей Витальевич, Степанова Дарья Семёновна (052299@bk.ru), Гаипов Константин Эдуардович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ТЕОРЕТИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС РОССИИ

THEORETICAL AND PROBABILISTIC METHODS AND MODELS IN THE MANAGEMENT SYSTEM OF INFORMATION AND ANALYTICAL TRAINING OF SPECIALISTS EMERCOM OF RUSSIA

E. Trofimets

Summary. The questions of the application of theoretical and probabilistic methods and models in the system of information and analytical training of specialists of the Ministry of Emergency Situations of Russia are considered. Computer templates have been developed that allow modeling various situational decision-making tasks based on the Bernoulli scheme. The applied aspects of the approximation of a binomial distribution by a normal one are investigated.

Keywords: information and analytical training, probability theory, practice-oriented tasks.

Трофимец Елена Николаевна

*К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»
ezemifort@inbox.ru*

Аннотация. Рассмотрены вопросы применения теоретико-вероятностных методов и моделей в системе информационно-аналитической подготовки специалистов МЧС России. Разработаны компьютерные шаблоны, позволяющие моделировать различные ситуационные задачи принятия решений на основе схемы Бернулли. Исследованы прикладные аспекты аппроксимации биномиального распределения нормальным.

Ключевые слова: информационно-аналитическая подготовка, теория вероятностей, практико-ориентированные задачи.

В процессе подготовки специалистов МЧС России в рамках цифровизации образовательной среды актуально использовать на занятиях по математическим дисциплинам пакеты прикладных программ при решении практико-ориентированных задач (ПОЗ) [1–7].

В данной работе фокус внимания смещен на применение компьютерной системы Excel при изучении темы: «Применение базовых теорем теории вероятностей к решению практико-ориентированных задач».

Данная тема актуальна и значима в профессиональной деятельности инженера-аналитика системного анализа центра управления в кризисных ситуациях, а также инженера по пожарной безопасности, инженера по техносферной безопасности, юриста и других сотрудников МЧС России.

Актуальность обусловлена прогнозированием опасных факторов пожара, проведением мониторинга пожарной обстановки, прогнозированием стихийных бедствий, ЧС техногенного характера, ЧС природного характера, оценкой ликвидации последствий стихий-

ных бедствий, предупреждение ЧС, эпидемиологической обстановкой в стране.

Математический аппарат теории вероятностей и математической статистики будет использован и в профессиональных дисциплинах: Теоретические основы электротехники и электроника; Метрология, стандартизация и сертификация; Теория информационных систем; Системный анализ, оптимизация и принятие решений; Управление в организационных системах; Исследование операций и методы оптимизации; Системы связи и оповещения; Системы инженерного и космического мониторинга; Базы данных; Антикризисное управление в чрезвычайных ситуациях; Опасные природные процессы; Опасные ситуации природного характера и защита от них; Экономика и финансы при чрезвычайных ситуациях.

Перейдем к постановке ПОЗ № 1 с различными видами ситуаций.

Ситуация 1. Точность экспресс-теста на вирус составляет 80% (20% — ложноотрицательный результат). Тест сдали 3 заболевших человека. Какова вероятность того, что заболевание будет выявлено:

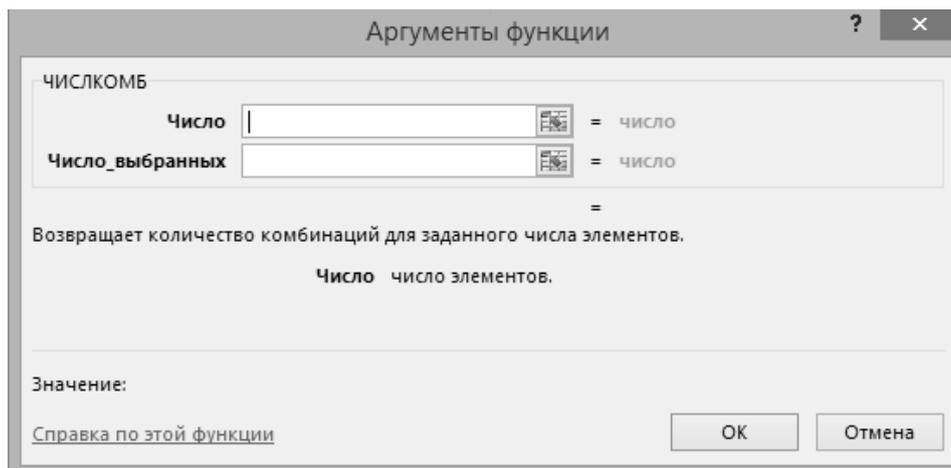


Рис. 1. Аргументы функции «ЧИСЛОКОМБ»

а) у всех заболевших; б) у двух заболевших; в) у одного заболевшего; г) не будет выявлено ни у кого.

Классическое решение ПОЗ ситуации 1 — использование теорем сложения и умножения вероятностей.

Ситуация 2. Теперь рассмотрим эту же ПОЗ, при условии, что тестируется 100 заболевших. Для решения задачи нам потребуется рассмотреть 101-ю разновидность составных событий, каждое из которых будет образовано 100 элементарными. Таким образом, при решении задачи «в лоб» трудоемкость существенно возрастает. В этом случае на помощь приходит схема испытаний или формула Бернулли.

Действительно схема испытаний Бернулли состоит в том, что проводятся независимые несколько раз повторяемые (часто многократно повторяемые) испытания. При этом каждое такое испытание приводит к одному из двух возможных исходов, называемых часто успехом и неудачей, и вероятность успеха не меняется от одного опыта к другому.

Наиболее знаком нам пример многократного подбрасывания монеты. Классические примеры некоторых постановок задач, которые также хорошо описываются схемой испытаний Бернулли.

1. Запланирован запуск шестидесяти космических аппаратов. Вероятность успешного выведения на заданную орбиту запуска каждого аппарата равна 0,99. Какова вероятность того, что не менее пятидесяти девяти космических аппаратов успешно выйдут на заданную орбиту?
2. Транспорт гибнет от попадания двух авиабомб весом по 120 кг или одной авиабомбы 200 кг. Самолет может взять авиабомбы одного типа общим весом 1200 кг. Какого типа авиабомбы вы-

годнее брать, если вероятность попадания авиабомбы первого типа равна 0,08, а второго — 0,05?

Рассмотренная в ситуации 1 задача по выявлению заболевания на основе экспресс-теста также соответствует схеме испытаний Бернулли. В этом случае удобнее считать выявление заболевания, хотя в жизни для человека это конечно же наступление «плохого» события, т.е., наоборот, неуспех. Поэтому ещё раз обращаю внимание, на разную смысловую нагрузку термина «успех» в теории вероятностей и в жизненных ситуациях.

Итак, приступим к решению задачи в MS Excel.

В формулу Бернулли в качестве сомножителя входит число сочетаний из n элементов по m . Так как сочетания нами уже многократно рассматривались, предлагается для их вычисления использовать функцию **ЧИСЛОКОМБ** (категория **Математические**), которая имеет два аргумента (Рис. 1): **Число** и **Число_выбранных**. Для рассматриваемой ПОЗ эти аргументы имеют следующую интерпретацию:

- ♦ первый аргумент **Число** — число испытаний (тестирований);
- ♦ второй аргумент **Число_выбранных** — число «успехов» (выявленных заболеваний).

Эффективность формулы Бернулли особенно проявляется при достаточно большом числе испытаний. Рассмотрим следующую ПОЗ № 2.

ПОЗ № 2. Точность экспресс-теста на вирус составляет 80% (20% — ложноотрицательный результат). Тест сдали 10 заболевших человек. Какова вероятность того, что заболевание будет выявлено не менее, чем у 8 человек?

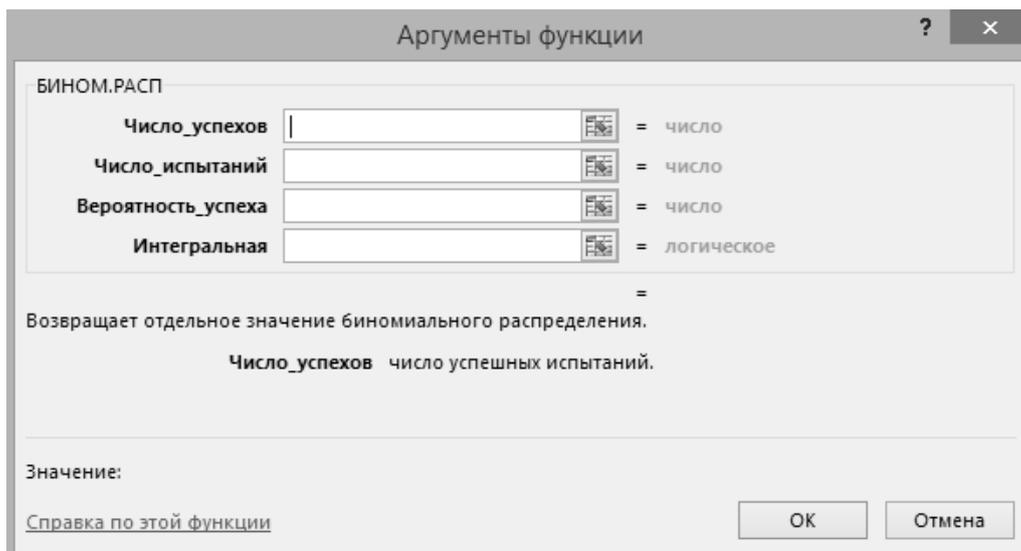


Рис. 2. Аргументы функции «БИНОМ.РАСП»

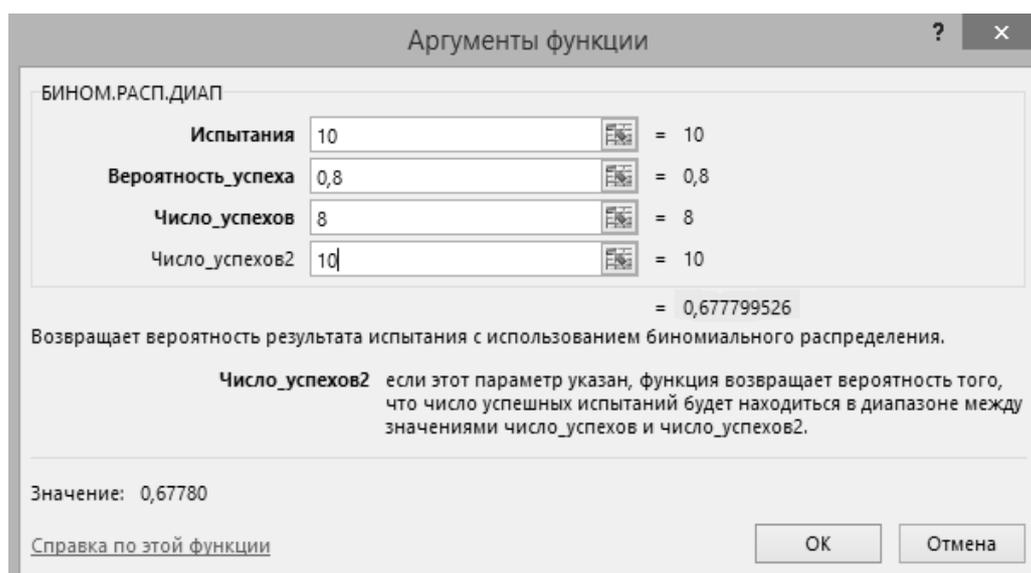


Рис. 3. Аргументы функции «БИНОМ.РАСП.ДИАП»

Так как формула Бернулли является достаточно простой и понятной, то нет смысла повторять рутинные вычисления, поэтому для автоматизации расчетов целесообразно воспользоваться функцией **БИНОМ.РАСП**, которая имеет четыре аргумента (Рис. 2):

Суть первых трех аргументов понятна из их названия. Четвертый аргумент — **Интегральная** — определяет вид функции распределения: *интегральная* (аргумент **Интегральная** =1) или *весовая* (аргумент **Интегральная** =0). Понятие *весовой функции* соответствует понятию *плотности* (или *дифференциальной функции*) распре-

деления для *непрерывных* случайных величин, и понятие *ряда распределения* для *дискретных* случайных величин. Схема Бернулли задает *биномиальное распределение* случайных величин, которое является дискретным, о чем мы поговорим более подробно в рамках третьего вопроса нашего занятия. Для решения рассматриваемой задачи можно воспользоваться как функцией распределения, так и рядом распределения.

В Excel 2013 и выше имеется функция **БИНОМ.РАСП.ДИАП**, которая позволяет решить данную задачу в одно действие (Рис. 3):

	Число полож. тестов	Вероятность
не более 7	7	0,322
не более 10	10	1
	Не менее 8:	0,678

Рис. 4. Полная группа событий

x	0	1	2	3
p	0,008	0,096	0,384	0,512
	Числовая хар-ка	Формула бином расп.	Проверка по типовой формуле	
	$M(X)$		2,40	
	$D(X)$		0,48	
	σ		0,69	

Рис. 5. Ряд распределения

Однако на данном этапе для понимания сущности теоретико-вероятностных подходов более полезным является использование функции **БИНОМРАСП**.

Рассмотрим решение этой же задачи, используя функцию распределения. Для этого вспомним, что функцией распределения случайной величины X называется функция $F(x)$, задающая вероятность того, что случайная величина X примет значение **меньшее** x , т.е.

$$F(x) = P(X < x).$$

Также вспомним, что следующие свойства функции распределения:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = 1; P(a \leq x < b) = F(b) - F(a).$$

Тогда для рассматриваемой задачи будем иметь (вероятность того, что случайная величина примет значение **не менее** 8):

$$P(x \geq 8) = 1 - P(x < 8) = 1 - F(8).$$

Однако надо учесть, что при использовании функции **БИНОМРАСП** с аргументом **Интегральная = 1** выполняется выражение $F(x) = P(X \leq x)$, т.е. вероятность того, что случайная величина X примет значение **не более** x , поэтому в нашем случае в качестве левой границы диапазона надо использовать значение 7, так как биномиальное распределение является дискретным.

События $X \leq 7$ и $X \geq 8$ образуют полную группу событий (X является дискретной случайной величиной, поэтому границы областей не совпадают, Рис. 4), поэтому:

$$P(x \leq 7) + P(x \geq 8) = 1.$$

Дискретная случайная величина, принимающая целые неотрицательные значения с вероятностью, определяемой по формуле Бернулли, называется распределенной по биномиальному закону.

Математическое ожидание и дисперсия биномиального распределения имеют вид:

$$M(x) = np; D(x) = np(1 - p).$$

ПОЗ № 3. Постройте ряд распределения числа выявленных заболеваний по результатам решения ПОЗ № 1. Найдите математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение по формулам для биномиального распределения.

Значения в первую таблицу заносятся вручную с листа ПОЗ № 1. Затем вводятся формулы для расчета числовых характеристик (Рис. 5).

После построения ряда распределения будут автоматически построены гистограмма и полигон распределения (Рис. 6).

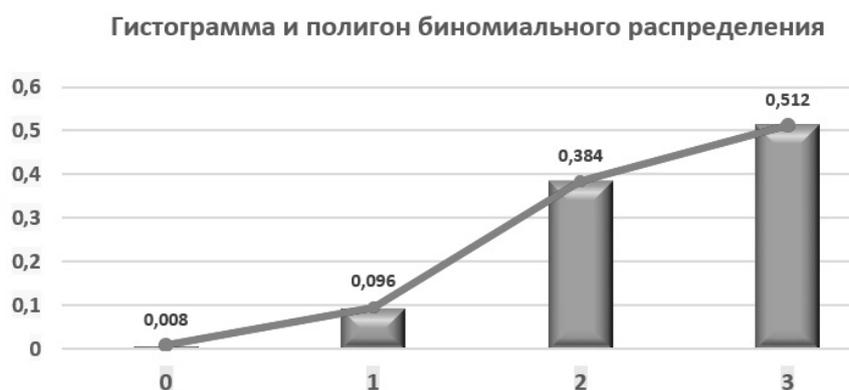


Рис. 6. Гистограмма и полигон биномиального распределения

8	1. Нахождение числовых характеристик случайной величины		
9	Числовая хар-ка	Формула бином расп.	
10	$M(X)$	30,00	
11	$D(X)$	29,10	
12	σ	5,39	

Рис. 7. Нахождение числовых характеристик случайной величины

Построенное биномиальное распределение является ассиметричным, так как $p = 0,8$. При $p = 0,5$ распределение является симметричным.

При $p \neq 0,5$ распределение приближается к симметричному при увеличении числа испытаний n . Это приближение будет происходить тем быстрее, чем ближе значение p к $0,5$.

Кроме того, при увеличении n биномиальное распределение можно аппроксимировать **нормальным** распределением с теми же математическим ожиданием и дисперсией.

ПОЗ № 4. Выдвинуто предположение, что 3% населения города являются зараженными. При тестировании, проводимой мобильной лабораторией, случайным образом были взяты пробы у 1000 жителей. Какова вероятность того, что в протестированной группе окажется не менее 20 зараженных при условии полной достоверности теста? Решите задачу, используя нормальное и биномиальное распределения.

Рассматриваемая задача по существу эквивалентна проведению 1000 испытаний Бернулли с вероятностью успеха при одном испытании $0,03$.

Для аппроксимации биномиального распределения нормальным найдем его числовые характеристики:

$$M(x) = np = 1000 \times 0,03 = 30;$$

$$D(x) = np(1 - p) = 1000 \times 0,03 \times 0,97 = 29,1;$$

$$\sigma = \sqrt{D(x)} = 5,39.$$

Так как функция нормального распределения является непрерывной, а функция биномиального распределения — дискретной, то для аппроксимации дискретного интервала между точками 19 и 20 биномиального распределения возьмем значение 19,5 для нормального распределения.

Для нормального распределения, так как оно является непрерывным, имеем:

$$P(x \geq 19,5) = P(x > 19,5) = 1 - F(19,5).$$

Используем найденные характеристики в качестве аргументов функции **НОРМРАСП**:

Рассчитаем искомую вероятность через биномиальное распределение, при этом надо помнить, что это

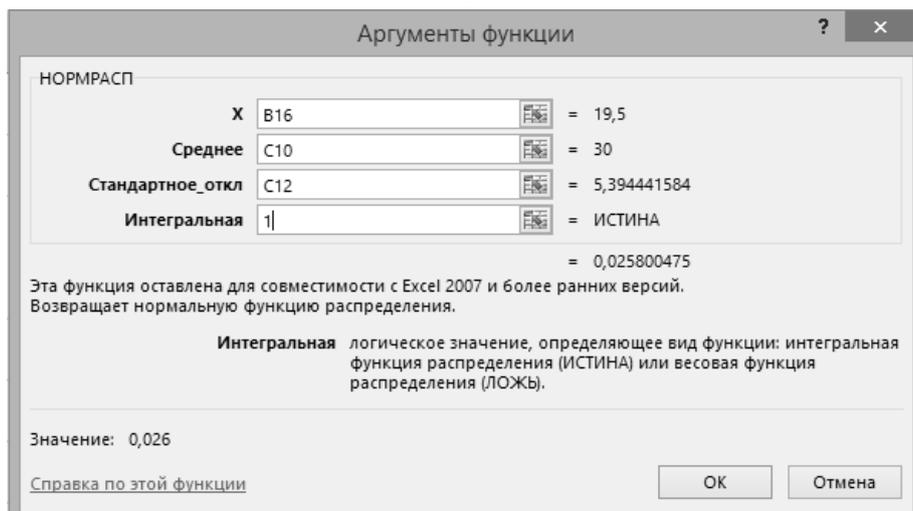


Рис. 8. Аргументы функции «НОРМРАСП»

14	2. Расчет вероятности через нормальное распределение		
15		Число зараженных	Вероятность
16	не более	19,5	0,026
17	не более	1000	1,000
18		Не менее 19,5:	0,974

Рис. 9. Расчет вероятности через нормальное распределение

20	3. Расчет вероятности через биномиальное распределение		
21		Число зараженных	Вероятность
22	не более	19	0,020
23	не более	1000	1,000
24		Не менее 20:	0,980

Рис. 10. Расчет вероятности через биномиальное распределение

распределение является дискретным. Воспользуемся известной нам функцией **БИНОМРАСП**:

Как видим, при большом числе испытаний n биномиальное распределение даже при p , существенно отличающимся от 0,5, достаточно точно аппроксимируется нормальным распределением.

Использование пакетов прикладных программ в условиях цифровизации математического образования способствует повышению уровня математической подготовки будущих специалистов МЧС России, а также формированию и развитию профессиональной мотивации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Artamonov V.S., Ivanov A.Y., Sharapov S.V., Trofimets E.N., Trofimets V. Ya. Information systems and processes in the analytical training of management scholars // *Espacios*, Vol. 38 (N25), 2017, P. 18.
2. Батьковский А.М., Трофимец В.Я. Системы поддержки принятия решений с модулями прикладных математических моделей и методов // *Вопросы радиоэлектроники*. — 2015. — № 9. — С. 253–275.
3. Трофимец В.Я. Оптимизация в Excel: учеб. пособие / В.Я. Трофимец, Е.Н. Трофимец. — Ярославский государственный технический университет, Ярославль, 2008. — 104 с.
4. Трофимец Е.Н. Математическое и программное обеспечение информационных систем поддержки принятия решений / Монография под общ. ред. Э.Н. Чижикова. — СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. — 174 с.
5. Трофимец Е.Н., Трофимец В.Я. Компьютерное моделирование в математическом образовании инженеров // *Сборник научных трудов III Всероссийской науч. конф. «Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса»*, 5–6 марта 2020 г. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2020. — С. 351–357.
6. Трофимец Е.Н. Современная цифровая образовательная среда в процессе изучения математических дисциплин // *Сборник трудов международной научной конференции «Наука. Исследования. Практика»*. 26 августа 2019 г. — Санкт-Петербург. СПб: ГНИИ «Нацразвитие», 2019. — С. 48–50.
7. Трофимец Е.Н. К вопросу совершенствования информационно-аналитической подготовки специалистов МЧС России // *Сборник трудов международной научной конференции «Наука. Исследования. Практика»*. 26 августа 2019 г. — СПб: ГНИИ «Нацразвитие», 2019. — С. 50–53.

© Трофимец Елена Николаевна (ezemifort@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Санкт-петербург

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Шевнина Юлия Сергеевна

*К.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет МИЭТ, Москва, Зеленоград
yusm@rambler.ru*

HIERARCHICAL MODEL NONLINEAR DYNAMIC SYSTEM

Yu. Shevnina

Summary. The paper presents the basic principles of building a hierarchical model of a dynamic system of any nature and complexity. When developing the model, the statement was used that any system consists of a hierarchy of controlling and controlled subsystems. The authors provide a mathematical proof of the finiteness and countability of the hierarchical levels of a nonlinear system. The proposed principles for constructing a hierarchical model of a dynamic system of any complexity with the ability to self-organization can be used in the modeling and description of nonlinear systems of various nature, as well as in the development of a generalized mathematical model of their state.

Keywords: nonlinear system, nonlinear dynamics, system modeling, hierarchical structure of systems.

Аннотация. В работе представлены основные принципы построения иерархической модели динамической системы любой природы и сложности. При разработке модели использовано утверждение, что любая система состоит из иерархии управляющих и управляемых подсистем. Авторами приводится математическое доказательство конечности и счетности иерархических уровней нелинейной системы. Предложенные принципы построения иерархической модели динамической системы любой сложности со способностью к самоорганизации могут быть использованы при моделировании и описании нелинейных систем различной природы, а также при разработке обобщенной математической модели их строения.

Ключевые слова: нелинейная система, нелинейная динамика, моделирование систем, иерархическая структура систем.

Введение

Динамическая система (нелинейная система) определяется своим зависящим от внешнего воздействия состоянием как совокупностью характеристик в некоторые моменты времени [1]. Закон изменения состояния динамической системы во времени описывается дифференциальными уравнениями различного порядка. Примеры динамических систем можно найти в различных областях: в физике, биологии, химии, экономике, информатике и др. Моделирование нелинейных систем различной сложности, в том числе и со способностью к самоорганизации, является междисциплинарным инструментом исследования разнообразных процессов в природе, технике, обществе [2, 3, 4]. При этом важно разработать единые методологические подходы к представлению и описанию динамических систем. Данные подходы должны позволять на основе обобщенных законов анализировать состояние разнообразных динамических систем. Основная проблема при разработке единых подходов состоит в математическом представлении динамической системы с учетом всех ее характеристик и состояний с приемлемой погрешностью. В последние десятилетия данная задача привлекает все большее число ученых: А.Н. Колмогоров, В.И. Арнольд, Ю.С. Ильяшенко,

С.П. Капица, И. Пригожин, Г. Хакен, W. Freeman, J. Kelso, P. Grassberger, I. Procaccia и др., — что делает её особенно актуальной.

Иерархическая структура динамической системы

Одним из способов решения описанной выше проблемы является построение иерархической структуры нелинейной системы. Этот способ основан на утверждении, что любая система представляет собой иерархию автономных подсистем, в которой исходящие от верхнего уровня команды управления предопределяют переходы подсистем более низких уровней от одного режима функционирования к другому [2].

Существуют два основных подхода к декомпозиции: функциональный и процессный [4, 5, 6]. В первом разделении на подсистемы происходит на основе функций — многократно повторяемых действий. Функциональный подход применяется для моделирования регулярной, многократно повторяющейся деятельности. В процессном подходе декомпозиция строится на процессах — устойчивой деятельности, преобразующей входные воздействия в результат. Для нелинейных систем из-за их склонности к самоорганизации и хаотичности

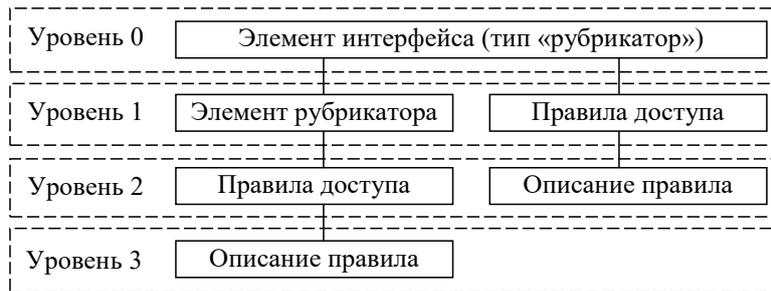


Рис. 1. Представление элемента интерфейса в виде дерева

сложно определить функции, поскольку они не постоянны. В то время как процессы, происходящие в нелинейных системах, постоянны, имеют результат и критерий завершения.

В процессе разделения системы на подсистемы более высоких уровней получаем ее иерархическую модель, а упрощенное графическое представление такой декомпозированной системы назовем иерархической структурой.

Иерархическая структура представляет собой дерево, то есть граф без замкнутых маршрутов с расположением вершин по определенным уровням (рис. 1). Вершина верхнего (нулевого) уровня называется корнем и соответствует исходной системе. Такой подход был использован в [7] при математическом описании процесса формирования профилированных интерфейсов пользователей для доступа к объединенным корпоративным информационным ресурсам.

Для представления иерархической структуры используются деревья разного типа: И-дерево, ИЛИ-дерево, а также И-ИЛИ-дерево. В графе, соответствующему И-дереву, вершины, расположенные на одинаковых уровнях, являются обязательными элементами вышерасположенных подсистем. В ИЛИ-дереве на одинаковых уровнях располагаются вершины возможных элементов подсистем или их варианты. Наиболее часто применяют И-ИЛИ-дерево, в котором уровни с обязательными элементами подсистем соединяются с уровнями вариантов всех или части этих элементов. Сочетание И- и ИЛИ-уровней может быть произвольным.

Количество уровней и вершин иерархической структуры системы может быть произвольно, но обязательно конечно и счетно. Докажем это. Для доказательства используем математическую модель организации доступа к объединенным корпоративным информационным ресурсам [7]. Организация доступа к информационным ресурсам математически пред-

ставляет собой нелинейную динамическую систему, поскольку не может быть задана линейным уравнением. Кроме этого, обладает важным свойством нелинейных систем — состоянием, которое зависит от различных внешних факторов (роли пользователя, его разрешений, точки доступа к ресурсам и т.п.). Следовательно, процесс организации доступа является частным случаем описываемой в данной статье сложной динамической системой со способностью к самоорганизации и его математическая модель, построенная с применением иерархических принципов и описывающая изменение состояния системы, может быть использована для доказательства конечности иерархической структуры.

Для доказательства конечности иерархической структуры введем ряд определений [8]. Событие — это выполнение условия добавления подсистемы в иерархическую структуру. Обработчиком события называется блок команд, которые будут выполняться при наступлении события. Правильным называется такой обработчик события, работа которого заканчивается за конечное число шагов. При дальнейшем описании процесса формирования иерархической структуры рассматриваем только правильные обработчики.

Обработка событий при формировании структуры организуется с помощью очереди Q . $Q = \{q_1, \dots, q_n\}$ — множество вызовов обработчиков событий. Если $i < j$, то событие q_i обрабатывается раньше события q_j . Помещение события в очередь означает то, что в очередь помещается вызов обработчика этого события. Обозначим Q_t состояние очереди после обработки t первых элементов, если $Q_{t-1} \neq \emptyset$. Q_0 — состояние очереди до начала обработки.

События из очереди обрабатываются последовательно и если в процессе исполнения обработчика появляются новые события, то они помещаются в конец очереди. Исполнение одного блока команд приводит к помещению в очередь конечного числа событий.

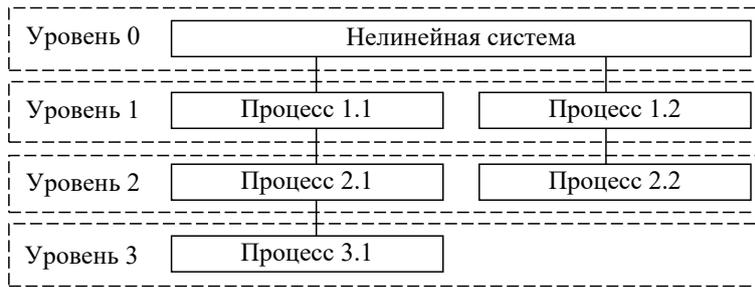


Рис. 2. Представление процессов нелинейной системы в виде дерева

В очередь не попадают одинаковые события, т.е. в одном иерархическом представлении системы не может быть одинаковых элементов.

Описание процессов нелинейной системы конечно и счетно, т.е. для построения иерархической структуры определено конечное и счетное число событий. Поэтому для обработки конкретной системы существует не более чем конечное и счетное множество E всех событий e .

$$E = \{e_i\}_i^N \quad (1)$$

E — число событий конечное и счетное.

Пусть $Q_0 = \{q\}$, т.е. в очереди только одно событие q по обработке элементов системы, M_1q — события, порождаемые обработкой события q . Это может быть декомпозиция подсистемы на ряд более мелких процессов. Если $M_1q \neq \emptyset$, то процесс обработки будет продолжаться. M_nq — последовательность событий, порождаемых при обработке последовательности $M_{n-1}q$. Если $M_{n-1}q$ пуста, то и M_nq пуста.

$$M_{n+1}q = \bigcup_{\substack{k=1 \\ e_k \in M_nq}}^{M_kq} M_1e_k, \quad n = 1, 2, \quad (2)$$

k — порядковый номер события в последовательности.

Если в Q_0 больше одного элемента, то

$$M_{n+1}Q_0 = \bigcup_{\substack{k=1 \\ e_k \in M_nQ_0}}^{M_kQ_0} M_1e_k, \quad M_1Q_0 = \bigcup_{\substack{k=1 \\ e_k \in Q_0}}^{Q_0} M_1e_k, \quad n = 1, 2, \dots \quad (3)$$

Обработка событий заканчивается тогда, когда заканчиваются события в очереди (т.е. заканчиваются процессы в системе).

$$\exists N : M_NQ_0 = \emptyset \quad (4)$$

Докажем, что число шагов обработки очереди конечно.

Условие

$$\forall t \forall e \in Q_t \forall Ne \notin M_Ne \quad (5)$$

при выполнении, которого в очередь не попадают события, порождающие сами себя, т.е. не происходит закливаний при выполнении программных блоков.

Для начала изобразим элемент системы в виде дерева (рис. 2). Элементы системы можно представить несколькими типами деревьев. На рис. 2 изображен самый сложный тип дерева И-ИЛИ: элемент 0 уровня состоит из нескольких вариативных процессов. Для краткости представления, на рисунке изображено только два таких процесса. В реальном описании процессов нелинейной системы может присутствовать несколько вариативных процессов у различных процессов, но в любом случае их количество конечно и счетное.

Уровень i (L_i) — это все вершины дерева, построенные на i -ом шаге обработки событий формирования иерархической структуры. Вершины дерева соответствуют событиям. Всего таких уровней n , где n — число шагов обработки событий по формированию иерархической структуры нелинейной системы.

Шаг 0. На 0 шаге необходимо выбрать одно событие q , которое станет корнем дерева $L_0 = \{q\}$.

Шаг i . Для каждой вершины дерева (элемента) $s \in L_{n-1} : M_1s \neq \emptyset$ добавить элементы последовательности M_1s . При $M_1s = \emptyset$ дерево будет построено, т.е. структура сформирована.

В качестве примера построим элемент иерархической структуры, соответствующий И-ИЛИ дереву, представленному на рис. 2. Пусть q — событие по обработке

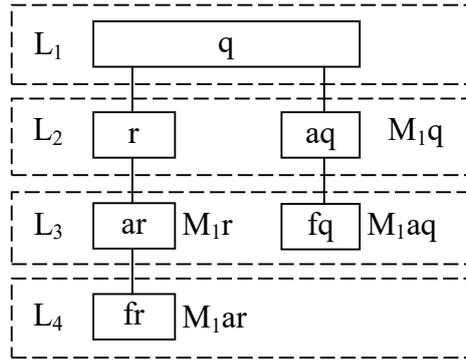


Рис. 3. Элемент иерархической структуры, представленный в виде дерева

разделения подсистемы на основные процессы, r — событие по добавлению Процесса 1.1, aq — событие по добавлению Процесса 1.2, fq — событие по добавлению Процесса 2.1, ar — событие по обработке Процесса 2.2 и fr — событие по добавлению Процесса 3.1. Тогда получим:

$$M_1q = \{r, aq\}, M_1r = \{ar\}, M_1aq = \{fq\}, M_1ar = \{fr\}, M_1fq = \emptyset, M_1f = \emptyset. \text{ Или в виде дерева (рис. 3).}$$

Учитывая условие $\forall t \forall e \in Q_t \forall Ne \notin M_{Ne}$, а также то, что в результате обработки одного события в очередь не попадают одинаковые события, в дереве не может быть более $|E|$ уровней. Также отсюда следует, что для любой вершины k уровня существует не более $|E| - k$ подвершин. Соответственно, в каждом уровне содержится не более чем

$$p_k = \frac{(E - 1)!}{(E - k)!}, k = \overline{1, |E|} \tag{6}$$

элементов, а все дерево состоит не более чем из

$$V = \sum_{k=1}^E p_k = \sum_{k=1}^E \frac{(E - 1)!}{(E - k)!} \tag{7}$$

вершин. Построенное так дерево соответствует попаданию событий в очередь, очередь обрабатывается не более, чем за V шагов.

Конечность и счетность уровней и вершин иерархической структуры нелинейной системы доказана.

Результаты

Определим основные принципы построения иерархической структуры нелинейных систем.

1. Каждое разделение системы или подсистемы образует свой уровень. Исходная подсистема располагается на нулевом уровне. После ее разделения получают подсистемы первого уровня. Разделение этих подсистем или некоторых

из них приводит к формированию подсистем второго уровня и т.д.

2. Нелинейная система разделяется только по одному, постоянному для все уровней, признаку. Для нелинейных систем в качестве такого признака целесообразно использовать процесс изменения состояния системы, этап жизненного цикла и подобное. При построении И-ИЛИ-деревьев в некоторых случаях возможно сочетание нескольких признаков. Например, при декомпозиции процесса конечного уровня может быть использован функциональный признак.
3. Выделяемые в результате декомпозиции подсистемы должны полностью характеризовать исходную нелинейную систему. При этом, в ИЛИ-дереве выделяемые подсистемы должны полностью взаимно исключать друг друга.
4. Количество выделяемых в процессе декомпозиции нелинейной системы уровней и вершин иерархической структуры определяется требованиями детализации и удобства восприятия получаемой структуры, ее соответствия условиям задачи, в рамках которой происходит данное разбиение, и уровню знаний работающему с ней специалисту. Разбиение системы на подсистемы происходит до такого уровня, на котором понимание устройства подсистем или их описание доступно исполнителю. Таким образом, иерархическая структура всегда субъективно ориентирована: для более квалифицированного специалиста она будет менее подробна.

Заключение

Предложенные принципы построения иерархической модели динамической системы любой сложности со способностью к самоорганизации могут быть использованы при моделировании и описании нелинейных систем различной природы, а также при разработке обобщенной математической модели их состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам. М.: Мир, 1991
2. Садовский В.Н. Системный подход и общая теория систем: статус, основные проблемы и перспективы развития. — М.: Наука, 1980.
3. Черногор С.А. Введение в синергологию и сложные системы моделирования. — М.: Наука, 2008. — 346 с.
4. Мирошник И.В., Никифоров, В.О., Фрадков А.Л. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. — СПб.: Наука, 2000. — 548 с. — (Сер.: Анализ и синтез нелинейных систем). ISBN5–02–024872-X
5. Тюкин И. Ю., Терехов В.А. Адаптация в нелинейных динамических системах — Санкт-Петербург: ЛКИ, 2008. — 384 с. — (Серия: Синергетика: от прошлого к будущему) — ISBN978–5–382–00487–7
6. Цурков В.И. Декомпозиция в задачах большой размерности. Под ред. Г.С. Поспелова. 1981. 352 с.
7. Шевнина Ю.С. Формирование интерфейсов пользователей для доступа к объединенным корпоративным информационным ресурсам: дис. канд. тех. наук: 05.13.01. — М., 2007. — 174 с.
8. Самарский, А.А. Математические модели. Идеи. Методы. Примеры [Текст] / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Изд. 2-е, испр. — М.: Физматлит, 2002.
9. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. М.: «Наука», 1985.
10. Богданов А.А. Тектология: Всеобщая организационная наука. Редколлегия В.В. Попков (отв. ред.) и др. Сост., предисловие и комментарии Г.Д. Гловели. Послесловие В.В. Попкова. — М.: «Финансы», 2003, С. 287.
11. Tsirlin, A., Gagarina, L. Finite-time thermodynamics in economics // Entropy, 2020, 22(8), 891 <https://doi.org/10.3390/e22080891>
12. Shevnina, Yu.S., Sokolova, N. Yu., Kyaw Zaw Ye. Organization of Remote Interaction Between Lecturer and Student During Completion of Study Assignment// Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2021, стр. 2076–2080. DOI: 10.1109/ElConRus51938.2021.9396197

© Шевнина Юлия Сергеевна (yusm@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИЭТ

МЕТОД И АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТИВНЫХ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА

Щемелинин Дмитрий Александрович

К.т.н., Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург
dshchmel@gmail.ru

METHOD AND ALGORITHM FOR AUTOMATIC RECOVERY OF INFORMATION SERVICES BASED ON OBJECTIVE PREDICTIVE MONITORING DATA

D. Schemelinin

Summary. This paper presents the results of analyzing the performance and evaluating the use of the RAM of virtual machines used for Java-based applications and the developed method and algorithm for automatic recovery of services of globally distributed computing systems (GDVK) based on objective monitoring data, as well as predicting anomalies for a given period of time in the future using new forecasting methods. To analyze data on the performance of computing resources, production statistics were collected from the studied GDVK using the continuous monitoring system Zabbix, which is used to regularly receive counters from several VMs (Virtual Machine) and store performance data in database management systems (DBMS) SQL (Structured Query Language) for analysis and troubleshooting. The production servers under study are organized into pool groups, each of which performs specific business services. The purpose of the analysis was to develop control methods, performance assessments and automatic elimination of anomalies in the software (software) of software components built using the JEDI technology (Java Environment for Distributed Invocation). The new monitoring method takes into account the specifics of Java memory leaks in Internet applications (Memory Leak), is based on predictive models of anomaly detection and provides secure automatic recovery of cloud services. Unlike existing solutions, the developed method and algorithm for automatic restoration of GDVK services is based on objective monitoring data, as well as predicting an anomaly for a given period of time in the future using new forecasting methods and is universal and can be generalized to a wider class of studied metrics and monitoring systems. The method was implemented programmatically at RingCentral on the example of detecting Java memory leaks in Internet applications and automatically restoring services in order to achieve a world level of 99.999% availability in 24/7 mode.

Keywords: monitoring, big data, modeling, forecasting function, monitoring metrics, Java, cloud technologies.

Аннотация. В данной работе представлены результаты анализа производительности и оценки использования оперативной памяти виртуальных машин используемых для приложений на основе Java и разработанный метод и алгоритм автоматического восстановления сервисов глобально-распределенных вычислительных комплексах (ГРВК) основан на объективных мониторинговых данных, а также прогнозировании аномалии на заданный период времени в будущем с использованием новых методов прогнозирования. Для анализа данных о производительности вычислительных ресурсов, была собрана производственная статистика из исследуемых ГРВК с использованием непрерывной системы мониторинга Zabbix, которая используется для регулярного получения счетчиков от нескольких VM (англ. Virtual Machine) и сохранения данных о производительности в системах управления базами данных (СУБД) SQL (англ. Structured Query Language) для анализа и устранения неполадок. Исследуемые производственные серверы объединены в группы пулов, каждая из которых выполняет определенные бизнес-сервисы. Целью проведенного анализа стала разработка методов управления, оценок производительности и автоматического устранения аномалий в программном обеспечении (ПО) программных компонент, построенных по технологии JEDI (англ. Java Environment for Distributed Invocation). Новый метод мониторинга учитывает специфику утечки Java памяти в Интернет-приложениях (англ. Memory Leak), основан на прогностических моделях обнаружения аномалии и обеспечивает безопасное автоматическое восстановление облачных сервисов. В отличие от существующих решений, разработанный метод и алгоритм автоматического восстановления сервисов ГРВК основан на объективных мониторинговых данных, а также прогнозировании аномалии на заданный период времени в будущем с использованием новых методов прогнозирования и является универсальным и может быть обобщен на более широкий класс исследуемых метрик и мониторинговых систем. Метод внедрен программно в компании RingCentral на примере обнаружения утечки Java памяти в Интернет-приложениях и автоматического восстановления сервисов с целью их достижения мирового уровня доступности 99,999% в режиме 24/7.

Ключевые слова: мониторинг, большие данные, моделирование, функция прогнозирования, метрики мониторинга, Java, облачные технологии.

Введение

На сегодняшний день широко используются различного рода Java приложения. Приложения Java работают автономно на клиентском сервере или собственном сервере. Виртуальная машина Java интерпретирует инструкции, и, как любой язык программирования, работающий в своей родной среде, программы Java имеют полный доступ ко всем ресурсам компьютера. Каждому приложению Java требуется память для работы на JVM [1]. Эта память берется из доступной оперативной памяти системы, в которой запущено приложение. Есть 2 вида памяти: stack и heap:

1. Stack (стек). Это область ОЗУ, которая используется для хранения временных переменных или примитивных типов данных в Java. Он также хранит ссылки на объекты, которые физически создаются в куче. Он сохраняет переменные, созданные функциями, в формате «последним вошел, первым ушел» (LIFO) и освобождает всю выделенную память при выходе из функции. Стек управляется для каждого потока в Java, поэтому его область действия находится внутри потока. Он меньше размера кучи. Стек быстрее, потому что выделение / освобождение памяти более тривиально по сравнению с кучей. Когда происходит вызов метода, в стеке этого потока создается новый кадр стека. Стек будет содержать локальные переменные, параметры, адреса возврата и т.д.
2. Heap. Это большая область оперативной памяти, которая используется для распределения динамической памяти. Все объекты Java хранятся в куче, а объем объектов — все приложение. Управление памятью осуществляется нами в куче, но неиспользуемые объекты автоматически очищаются сборщиком мусора [2, 3].

Сложность использования оперативной памяти является хорошо известной проблемой Java приложений, особенно в облачных вычислительных средах с более высокой загрузкой центрального процессора и оперативной памяти из-за запуска VMware на платформе MS Windows Server. Постоянная утечка памяти наблюдается в Java API (англ. Application Program Interface), потому что объекты и классы загружаются динамически, вызывая существенное ухудшение использования оперативной памяти.

Утечки оперативной памяти часто связаны с ошибками программирования. Ручное управление ресурсами является основным направлением для разработчиков Java, а исправление кода API является долгосрочным решением. Служба GC (англ. Garbage Collector) является самым популярным и эффективным инструментом для

автоматического обнаружения и высвобождения объектов данных, которые впоследствии больше не будут использоваться.

В информатике сборка мусора (GC) — это форма автоматического управления памятью. Garbage Collector пытается освободить память, которая была выделена программой, но больше не используется, что также называется мусором. Garbage Collector была изобретена американским ученым-компьютерщиком Джоном Маккарти примерно в 1959 году для упрощения ручного управления памятью в Лиспе.

Garbage Collector освобождает программиста от выполнения ручного управления памятью, когда программист указывает, какие объекты освободить и вернуть в систему памяти и когда это сделать. Другие аналогичные методы включают выделение стека, вывод области, владение памятью и комбинации нескольких методов. Garbage Collector может занять значительную часть общего времени обработки в программе и, как следствие, может существенно повлиять на производительность.

Другие ресурсы, помимо памяти, такие как сетевые сокеты, дескрипторы базы данных, окна взаимодействия с пользователем, дескрипторы файлов и устройств, обычно не обрабатываются сборкой мусора. Методы управления такими ресурсами, особенно деструкторами, также могут быть достаточными для управления памятью, не оставляя необходимости в сборке мусора. Некоторые системы GC позволяют ассоциировать такие другие ресурсы с областью памяти, которая при сборе вызывает работу по возврату этих ресурсов [4, 5].

Несмотря на то, что GC включен, цикл его работы периодически частично высвобождает оперативную память, не обеспечивая ее первоначального размера. После цикла работы GC наблюдаются постоянные утечки памяти Java. Тенденция деградации зависит от активности пользователей и рабочих часов. Рано или поздно, после того как объем свободной памяти достигнет критического порогового значения, либо потребуются перезапустить службу JBoss, либо перезагрузить VM, чтобы предотвратить сбой работоспособности сервера.

Помимо памяти Java, теряются и другие ресурсы VM, такие как сетевые каналы, соединения с системой управления базами данных (СУБД), использование центрального процессора (ЦПУ), взаимодействие с пользователем и т.д.

Таким образом, на сегодняшний день актуальной задачей является разработка эффективных методов и алгоритмов автоматического восстановления ин-

формационных сервисов на основе объективных прогностических данных мониторинга. На данный момент выполнен ряд исследований, посвященных методика создания распределенной компьютерно-вычислительной системы, однако требуется проведение новых исследований с целью поиска более эффективных решений [6, 7, 8, 9, 10, 11]

Цель данной работы

Разработка алгоритма автоматического восстановления информационных сервисов на основе объективных прогностических данных мониторинга.

Материалы и методы

Разработка метода автоматического восстановления Java сервисов базировалась на программно-реализованной процедуре автоматического перезапуска службы JBoss на ПО JEDI, когда свободная память Java подходит к критическому пороговому значению. Соответствующие триггеры были реализованы в системе мониторинга Zabbix [11]. В ходе выполнения исследования процесс автоматического устранения аномалий запускается, если происходит хотя бы один из следующих случаев:

1. Объем свободной оперативной памяти Java ниже критического порога, установленного в 5 МБ;
2. Объем оперативной памяти VM ниже критического порога, установленного в 5 МБ;
3. Выделенная виртуальная память Java выше допустимой (2 ГБ для 32-разрядной VM и 6 ГБ для 64-разрядной VM);
4. Статус сервиса JBoss не отвечает.

В ходе исследования рабочие метрики для приложений Java были реализованы с использованием технологии JMX (англ. Java Management Extensions). Преимущества технологии JMX показаны на рисунке 5, где соединения с СУБД не используются активно, в течение длительного периода времени. Метрики JMX, такие как активные сеансы СУБД, соединения пула серверов, лучше отражают реальную рабочую нагрузку и ресурсы. Общее количество подключений (от 5 до 20, в зависимости от механизма подключения к СУБД) может быть установлено с сервером, но пользователи имеют различную активность рабочих процессов.

В исследуемых инфраструктурах ГРВК введены следующие новые метрики JMX для анализа работоспособности вычислительных компонентов JEDI:

1. Объем памяти Java (используется, свободный, средний, максимальный, виртуальный);
2. Статистика GC (последний раз, продолжительность, количество срабатываний, результат);

3. Системные ресурсы (загрузка процессора для процессов Java, использование системной памяти для API Java);
4. Метрики активности пользователя (HTTP-запросы за время, количество активных веб-потоков, время сеанса);
5. Количество соединений с СУБД (общее количество установленных соединений, количество объектов СУБД, количество активных соединений с СУБД и количество сеансов).

Результаты и обсуждение

Был разработан алгоритм метода авто-устранения неполадок на ПО JEDI. Он выглядит следующим образом:

Шаг 1. Сбор данных: сервер мониторинга Zabbix собирает все данные JEDI и выдает предупреждение в случае обнаружения аномалии в работе сервера;

Шаг 2. Проверка: на Zabbix-сервере выполняется пользовательский сценарий для проверки общей доступности служб JEDI в пуле;

Шаг 3. Подтверждение безопасного перезапуска проблемного сервера без возможного перерыва работоспособности ИС с точки зрения пользователя сервисов;

Шаг 4. Инициация сценария автоматического перезапуска служб JBoss или перезагрузки виртуальной машины;

Шаг 5. Нештатная ситуация: в случае сбоя процедуры автоматического исправления срабатывает специальный триггер для устранения неисправностей вручную.

В ходе исследования, было экспериментально установлено, что стандартные счетчики, такие как загрузка системного процессора и использование памяти, не показывают все внутренние процессы в приложениях Java и не помогают при устранении неполадок. Было выявлено, что несмотря на то, что используемая оперативная память Java находится в пределах от минимальных до максимальных значений, использование виртуальной памяти возросло с 631 МБ до 2,37 ГБ. Это может быть объяснено либо проблемой GC, либо ростом активности пользователей, но не может быть точно определено с использованием только системных показателей.

Таким образом, в дополнение к системным метрикам было предложено дополнительно учитывать прогностические данные мониторинга, такие как почасовая оплата и распределение запросов на обслуживание, активность пользователей установленных веб-сеансов и соединений с СУБД, количество обработанных страниц и многие другие.

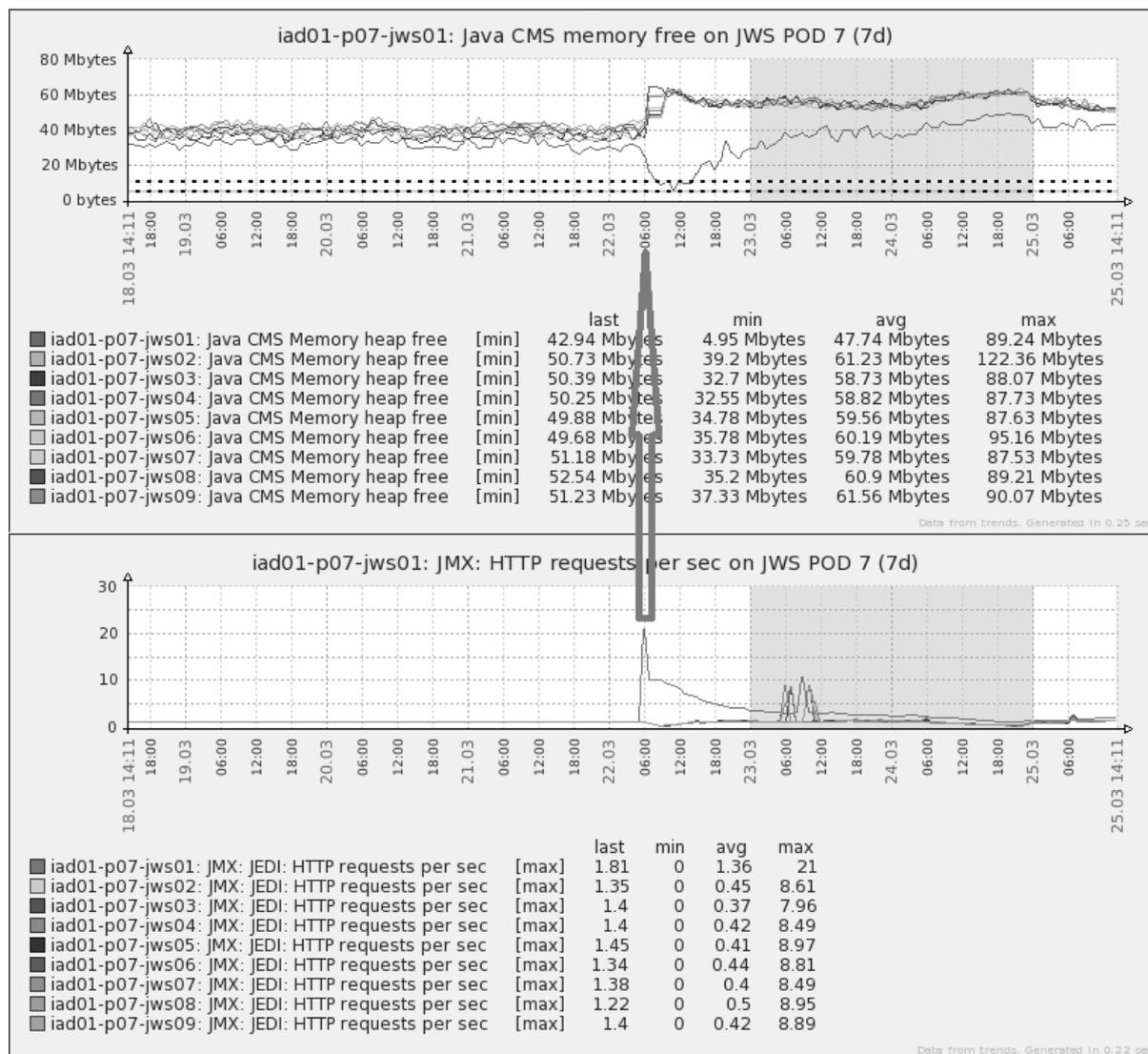


Рис. 1. Пример всплеска активности пользователя в пуле

С одной стороны, вся информация для непрерывного мониторинга специальных программных средств (СПС) может быть получена из журналов приложений. Однако, с другой стороны, анализ большого количества файлов журнала записей, для расчета каждой метрики, приведет к значительной задержке (от минут до часов), прежде чем результат будет доступен в базе данных мониторинга.

Файлы ежедневных журналов различаются по размеру, до 20 ГБ, в зависимости от бизнес-сервисов, дня недели и активности пользователя, которые требуют мощных компьютерных ресурсов для обработки полученных больших данных.

Предложенные новые метрики JMX позволяют измерять активность пользователей в пуле. На рисунке 1 показан пример статистики HTTP-запросов в секунду,

свободной памяти Java для всех серверов JEDI на одном графике. Цель состоит в том, чтобы исследовать, как весь пул справляется с растущей рабочей нагрузкой пользователя.

Несмотря на большое количество серверов JEDI в пуле, скачок HTTP-запроса одного пользователя вызвал резкое ухудшение свободной памяти Java на одном сервере до критического значения, ниже указанного порога в 5 МБ. В результате была начата процедура автоматического исправления для предотвращения сбоя работоспособности сервера. После перезапуска службы JBoss, на проблемном сервере заданные параметры свободной памяти Java были восстановлены.

В то же время все остальные серверы JEDI работали должным образом, не влияя на использование памяти

ти Java, так как сбой работоспособности веб-службы в пуле не был обнаружен. Это означает, что на данный момент число серверов в пуле JEDI было достаточным. Тем не менее, требуется дополнительное исследование, чтобы убедиться в отсутствии проблем с пропускной способностью системы.

Выводы

Новый метод мониторинга учитывает специфику утечки Java памяти в Интернет-приложениях (англ. Memory Leak), основан на прогностических моделях обнаружения аномалии и обеспечивает безопасное автоматическое восстановление облачных сервисов.

В отличие от существующих решений, разработанный метод и алгоритм автоматического восстановления сервисов ГРВК основан на объективных мониторинговых данных, а также прогнозировании аномалии на заданный период времени в будущем с использованием новых методов прогнозирования и является универсальным и может быть обобщен на более широкий класс исследуемых метрик и мониторинговых систем. Метод уже внедрен программно в компании RingCentral на примере обнаружения утечки Java памяти в Интернет-приложениях и автоматического восстановления сервисов с целью их достижения мирового уровня доступности 99,999% в режиме 24/7 [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Петрищев С.С. Проблемы производительности разработки Java приложений // МНИЖ. 2012. № 7–1 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-proizvoditelnosti-razrabotki-java-prilozheniy> (дата обращения: 03.07.2021).
2. Сухомлин Владимир Александрович Дистанционная подготовка разработчиков корпоративных Java-приложений // International Journal of Open Information Technologies. 2013. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnaya-podgotovka-razrabotchikov-korporativnyh-java-prilozheniy> (дата обращения: 03.07.2021).
3. Дашук В.А., Намиот Д.Е. Сравнительный анализ моделей работы с данными в Java-приложениях // International Journal of Open Information Technologies. 2020. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-modeley-raboty-s-dannymi-v-java-prilozheniyah> (дата обращения: 02.07.2021).
4. Harold Abelson and Gerald Jay Sussman and Julie Sussman (2016). Structure and Interpretation of Computer Programs (PDF) (2nd ed.). Cambridge, MA: MIT Press. Here: p.734–736.
5. McCarthy, John (1960). "Recursive functions of symbolic expressions and their computation by machine, Part I". Communications of the ACM. 3 (4): 184–195. doi:10.1145/367177.367199. S2CID1489409. Retrieved 2009–05–29.
6. Shchemelinin D. Capacity Management of Java-based Business Applications Running on Virtualized Environment / D. Shchemelinin, S. Mescheryakov // [Электронный ресурс] Proceedings of the 39th International Conference for the Performance and Capacity by CMG. La Jolla, CA, USA, — 2013, Режим доступа: <http://www.cmg.org/conference/cmg2013/>
7. Shchemelinin D., Ardulov Y., Mescheryakov S. Monitoring and Remediation of Cloud Services Based on 4R Approach. The 41 International IT Conference by CMG, San Antonio, USA, 2015. Режим доступа: <http://www.cmg.org/publications/conference-proceedings/conference-proceedings2015/>
8. Щемелинин Д.А. Прогностическое моделирование и визуализация в облачной системе мониторинга / К.Н. Кучерова, С.В. Мещеряков, Д.А. Щемелинин // Распределенные компьютерные и теле-коммуникационные сети: управление, вычисление, связь (DCCN-2016): Материалы 19 междунар. науч. конф., Т. 1, М: РУДН, — 2016 Режим доступа: <http://dccn.ru>
9. Щемелинин Д.А. Программные модели и методы мониторинга состояния процессинговых узлов в облачной инфокоммуникационной системе с использованием Zabbix // Программные системы и вычислительные методы. — 2021. — № 2. DOI: 10.7256/2454–0714.2021.2.35617 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=35617
10. Щемелинин Д.А. Методика создания распределенной компьютерно-вычислительной системы для программного инфокоммуникационного коммутатора // Программные системы и вычислительные методы. — 2019. — № 1. — С. 91–97. DOI: 10.7256/2454–0714.2019.1.28782 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=28782
11. Щемелинин Д.А. Методика управления конфигурационными параметрами, программными артефактами и метриками состояния вычислительных компонент в глобально распределенных облачных информационных комплексах // Программные системы и вычислительные методы. — 2019. — № 1. — С. 98–106. DOI: 10.7256/2454–0714.2019.1.29757 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=29757
12. Zabbix Enterprise-class Monitoring System, [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.zabbix.com>
13. Официальный Интернет-сайт RingCentral [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ringcentral.com/>

© Щемелинин Дмитрий Александрович (dshchmel@gmail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ САХАРНОГО ДИАБЕТА У ЛЮДЕЙ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП, ПЕРЕЖИВШИХ В ДЕТСТВЕ ДЛИТЕЛЬНЫЕ ПЕРИОДЫ ГОЛОДАНИЯ

FEATURES OF DIABETES MELLITUS IN OLDER AGE GROUPS WHO EXPERIENCED LONG PERIODS OF FASTING IN CHILDHOOD

**Aili Yiminniyazi
L. Khoroshinina**

Summary. Currently, diabetes mellitus is becoming a pandemic. An individual predisposition to the onset of diabetes mellitus in an adult is determined not only by genetic characteristics, but also by social factors that determine the conditions of a person's life in childhood — this is the development of a child at an early age, prolonged starvation of the mother during pregnancy and starvation of the child in the first years of life. An analysis of the literature data on the features of the development of diabetes mellitus in people who experienced long periods of starvation in childhood was carried out. It is noted that the risk of developing diabetes mellitus and its early onset increases in people of older age groups if they experienced famine at the stage of intrauterine development or during the first years of life; in addition, the frequent development of diabetes mellitus is more often detected in women who have experienced prolonged starvation in early childhood.

Keywords: diabetes mellitus, elderly age, older adults, starvation, famine.

Айли Иминьяцзы

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный
Педиатрический медицинский университет
Министерства здравоохранения Российской
Федерации
ailiphd@mail.ru

Хорошина Лидия Павловна

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский
государственный Педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения
Российской Федерации
solt54@mail.ru

Аннотация. В настоящее время сахарный диабет приобретает характер пандемии. Индивидуальная предрасположенность к возникновению сахарного диабета у взрослого человека определяется не только генетическими особенностями, но и социальными факторами, определяющими условия жизни человека в детстве — это развитие ребенка в раннем возрасте, длительные голодания матери во время беременности и голодание ребенка в первые годы жизни. Был проведен анализ литературных данных об особенностях развития сахарного диабета у людей, переживших в детстве длительные периоды голодания. Отмечено, что риск развития сахарного диабета и раннее его возникновение увеличивается у людей старших возрастных групп, если они пережили голод на этапе внутриутробного развития или в течение первых лет жизни; кроме того, частое развитие сахарного диабета чаще выявляется у женщин, переживших длительное голодание в раннем детстве.

Ключевые слова: сахарный диабет, пожилой возраст, старшие возрастные группы, голодание, голод.

Введение

В настоящее время сахарный диабет (СД) представляет собой растущую клиническую проблему во всем мире, так, по данным Международной федерации диабета (IDF) в 2015 году во всем мире насчитывалось 415 миллионов взрослых людей, страдающих СД; к 2040 году их число увеличится до 642 миллионов. Большинство стран тратят от 5 до 20% общих расходов на нужды больных с сахарным диабетом, например, в 2015 году глобальные расходы на лечение СД и его осложнений оценивались в 673 миллиарда долларов и, по прогнозам, вырастут до 802 миллиардов долларов к 2040 году [1].

Известно, что генетическая предрасположенность частично определяет индивидуальную предрасположенность к СД, но важными факторами глобальной эпидемии сахарного диабета является также и изменение привычного стереотипа питания, о роли которого в развитии хронических соматических заболеваний Всемирная Организация Здравоохранения опубликовала доклад экспертов еще в 1990 году [2], малоподвижный образ жизни [3], длительные периоды голодания в детстве [4, 5, 6]. Во многих исследованиях изучалась связь между условиями жизни в раннем детстве и здоровьем в пожилом возрасте. В ряде научных работ опубликованы результаты изучения состояния здоровья взрослых людей, переживших длительные

периоды голодания во время событий Второй мировой войны, в частности голландского голода 1944–1945 годов и блокады Ленинграда 1941–1944 годов. Среди взрослых пациентов, подвергшихся голоданию в детском возрасте отмечалась более высокая частота заболеваний органов опорно-двигательного аппарата [7], сообщалось об увеличении частоты онкологических заболеваний [8, 9, 10, 11, 12], о частом развитии инсульта, гипертонии, других сердечно-сосудистых заболеваний и состояний [13, 14, 15], о раннем возникновении и осложнённом течении атеросклероза сонных артерий, аорты и коронарных артерий, о поражении слизистой оболочки желудка [16] и др.

Целью данной работы является анализ научных публикаций об особенностях сахарного диабета у людей старших возрастных групп, переживших в детстве длительные периоды голодания.

Материалы и методы

Был проведен поиск среди англо- и русскоязычных работ в базах данных CochraneLibrary, PubMed, и e-library, по ключевым словам, (сахарный диабет, пожилой возраст, голодание, голод). Всего проанализировано 26 источника литературы.

Результаты и обсуждение

Работами Д. Баркера и его соавторов (1992) [17] впервые была выявлена связь между внутриутробным голоданием ребенка и повышенным риском развития сахарного диабета во взрослом периоде жизни такого человека. J. Mink et al. (2020) [4] указывают на то, что голод в раннем возрасте во время Второй Мировой войны связан с более высокой вероятностью развития СД 2 типа в более позднем возрасте, так, люди, заявившие, что они хотя бы умеренно страдали от голода, связанного с Второй мировой войной, в детстве или подростковом возрасте имели на 0,7% (95% ДИ: 0,073–1,37%) более высокий риск развития заболевания сахарного диабета второго типа (СД 2) в зрелом возрасте по сравнению со здоровыми людьми. При этом авторы не нашли доказательств влияния голода на вероятность ожирения или избыточной массы тела [4], однако, работами Л.П. Хорошиной и её соавторов (2002, 2020) [6, 16] доказано, что женщины, пережившие в детстве длительные периоды голодания чаще страдали резко выраженным ожирением (тучностью), по сравнению с как с мужчинами, также переживавшими голодание в детстве, так и с женщинами, избежавшими условий голодного детства. По данным J. Mink et al. (2020) [4] воздействие голода не дает статистически значимого повышения заболеваемости СД 2 у людей старше 5 лет на момент воздействия, что свидетельствует о вероят-

ном существовании критических периодов развития организма ребенка во время первых 5 лет его жизни и характерной особенностью таких периодов является повышенная чувствительность к воздействию неблагоприятных факторов. Тем не менее, F. Portrait, E. Teeuwiszen, D. Deeg (2011) отмечали, что тяжелое недоедание в возрасте 11–14 лет среди людей, пострадавших от голода в Голландии, было связано с более высокой вероятностью развития СД в возрасте 60–76 лет [13]. По результатам исследований Л.П. Хорошиной и соавторов (2002) [6] частота сахарного диабета была на порядок выше в группе женщин, переживших в детстве (от 1 года до 16 лет) экстремальные условия существования.

В исследовании Y. Li et al. (2010) [18] сообщается о более высоком риске возникновения гипергликемии у людей, перенесших голод в подростковом периоде. A. F.M. Van Abeelen et al. (2012) [19] опубликовали данные о связи голода с риском развития СД 2: выявлена статистически значимая зависимость «доза-реакция» в возрастных категориях детей 0–9 и 10–17 лет, в то время как в возрастной категории старше 18 лет не было существенной зависимости «доза-реакция». Риск развития СД 2 типа был выше среди женщин, подвергшихся воздействию голода 1944–1945 гг. в Голландии, в возрастной категории старше 18 лет, хотя и не был статистически значимым. J. Mink et al. (2020) [4] обращают внимание на то, что связь между воздействием голода и здоровьем в более позднем возрасте сохранялась, когда в статистическом анализе было скорректировано поведение, влияющее на здоровье (потребление табака, продолжительность сна и диета с точки зрения потребления белков, жиров, углеводов и калорий). Это предполагает прямую связь между воздействием голода в раннем возрасте и риском заболевания в более позднем возрасте независимо от потенциальных изменений в поведении, влияющем на здоровье. При этом переживание голода в детстве положительно коррелировало с потреблением табака и обратно пропорционально со средней продолжительности сна, и достигнутому уровню образования. Данные, полученные другими исследователями при анкетировании несколько сот взрослых людей, свидетельствуют о том, что взрослые люди, пережившие в детстве блокаду Ленинграда достоверно чаще вели здоровый образ жизни, чем их сверстники, жившие во время Великой Отечественной войны вне осажденного Ленинграда [6].

D.F. Jyoti, E.A. Frongillo, S.J. Jones (2005) [20] обнаружили, что отсутствие продовольственной безопасности отрицательно влияет на успеваемость школьников. Итак, негативный опыт детства может привести к нездоровому поведению и плохой успеваемости, и в результате к формированию СД. Вне зависимости от наличия

или отсутствия хронических заболеваний, малолетние жители блокированного Ленинграда чаще, чем их сверстники, переживавшие военное время в другой местности, оставались на второй год обучения в школе, но в последующем чаще получали высшее или среднее специальное образование и чаще были успешными в своей профессии [16].

Отрицательная связь, которую выявили J. Mink et al. (2020) [4] между голодом в раннем возрасте и сном, согласуется с исследованиями K. Bader et al. (2007) [21] и D.P. Charman et al. (2013) [22], показывающими, что нарушения сна широко распространены у жертв неблагоприятных детских переживаний. Кроме того, van A. F.M. Abeelen et al. (2012) [19] обнаружили, что важные факторы риска СД 2 типа, включая курение, были выше среди женщин, подвергшихся сильному голоду, по сравнению с женщинами, не подвергавшимися воздействию голода. Поправка на такие факторы риска дала несколько заниженные оценки риска развития СД. Работой Л.П. Хорошиной [6] было выявлено, что у людей, переживших в детстве блокаду Ленинграда и, соответственно, длительные периоды голодания, вне зависимости от имеющихся у них заболеваний, отмечались в меньшем проценте случаев такие вредные привычки как табакокурение и злоупотребление алкоголем.

Исследование среди людей, пострадавших от голода в Китае, обнаруживает связь между голодом в раннем детстве и повышенным риском развития метаболического синдрома [23], повышенной концентрацией глюкозы в плазме натощак во взрослой жизни [18].

Исследование Хорошиной Л.П. и Жаворонковой Н.В. (2008) [5], проведенное у людей, переживших в детстве блокаду Ленинграда, демонстрирует связь между тяжелым недоеданием у детей и повышенной частотой, ранним началом сахарного диабета второго типа у взрослых женщин, причем клинически это заболевание часто протекало без ожирения и артериальной гипертензии. В указанном исследовании [5] у мужчин, в отличие от женщин, переживших в детстве блокаду Ленинграда, не было выявлено повышения частоты СД, что вероятно было обусловлено различными периода-

ми повышенной уязвимости регуляторных систем, контролирующих метаболизм у детей разного пола [24].

Неблагоприятные воздействия могут программировать развитие сахарного диабета у взрослых людей как на этапе внутриутробного развития (биологическое программирование), что доказано работами Д. Баркера и его соавторов (1992) [17] и экспериментальными исследованиями М.Н. Vickers (2000) [25], так и на этапе постнатального развития (социальное программирование), что впервые было отмечено в работах Л.П. Хорошиной (2002) [6].

О.Г. Zabuga, А.М. Vaiserman (2017) [26] полагают, что эпигенетическая регуляция активности генов считается основным механизмом, связывающим голодание в раннем возрасте и повышенный риск СД 2 типа в пожилом возрасте. Предполагается, что голод во время беременности вызывает стойкие эпигенетические вариации, которые имеют не только адаптивную ценность в раннем постнатальном развитии, но и закладывают основу для метаболических нарушений, включая развитие и особенности течения СД 2 типа в более позднем возрасте. По предположению Л.П. Хорошиной (2002) [6] в результате длительного голодания изменяется функционирование регуляторных систем гипоталамус — гипофиз — надпочечники и в случае определенных обстоятельств у человека (пол, возраст, критические периоды развития, неблагоприятная наследственность) возникают пограничные состояния, которые затем могут перейти в заболевания, в том числе и с развитием сахарного диабета.

Таким образом, воздействие голода в раннем детстве и особенно в течение первых лет жизни увеличивает риск развития сахарного диабета второго типа в пожилом возрасте, при этом отмечается более раннее возникновение и высокая частота развития СД у женщин, переживших длительные периоды голодания. В отношении поведенческих факторов риска единого мнения среди исследователей не отмечено. В существующей научной литературе имеется недостаточно информации о связи длительного голодания в детстве с развитием сахарного диабета у людей в старших возрастных группах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Herman W.H. The global burden of diabetes: an overview //Diabetes mellitus in developing countries and underserved communities. — 2017. — P. 1–5.
2. WHO.: Diet, nutrition and prevention of chronic diseases // Report of a WHO consultations –Geneva, 1990. — № 797. — P. 52–57.
3. Ахмедова Р.М., Софронова Л.В., Владимирова К.Н. Оценка качества жизни подростков, страдающих эндокринными заболеваниями //Педиатр.— 2016.— Т. 7.— №. 1.
4. Mink J. et al. Associations between early-life food deprivation during World War II and risk of hypertension and type 2 diabetes at adulthood //Scientific reports.— 2020.— Т. 10.— №. 1.— P. 1–9.

5. Хорошина Л. П., Жаворонкова Н.В. Голодание в детстве и сахарный диабет в пожилом возрасте //Спехи геронтологии. — 2008. — Т. 21. — №. 4. — С. 684–687.
6. Хорошина Л.П. Голодание в детстве как причина болезней в старости На примере малолетних жителей блокированного Ленинграда. СПб.: Издательский дом СПб МАПО, 2002. — 188с.
7. Рачков Б.М., Юрьев П.В., Макаров В.П. Исходы длительного голодания у лиц, переживших блокаду Ленинграда и членов их семей. Сб. науч. трудов.: «Остеохондрозы и пограничные состояния». СПб., 1993:13–18.
8. Elias S. G. et al. Breast cancer risk after caloric restriction during the 1944–1945 Dutch famine //Journal of the National Cancer Institute. — 2004. — Т. 96. — №. 7. — P. 539–546.
9. Elias S. G. et al. The 1944–1945 Dutch famine and subsequent overall cancer incidence //Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers. — 2005. — Т. 14. — №. 8. — P. 1981–1985.
10. Dirx M. J. M. et al. Diet in adolescence and the risk of breast cancer: results of the Netherlands Cohort Study //Cancer Causes & Control. — 1999. — Т. 10. — №. 3. — P. 189–199.
11. Dirx M. J. M. et al. Energy restriction in childhood and adolescence and risk of prostate cancer: results from the Netherlands Cohort Study //American journal of epidemiology. — 2001. — Т. 154. — №. 6. — P. 530–537.
12. Dirx M. J. M. et al. Energy restriction early in life and colon carcinoma risk: Results of the Netherlands Cohort Study after 7.3 years of follow-up //Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society. — 2003. — Т. 97. — №. 1. — P. 46–55.
13. Portrait F., Teeuwiszen E., Deeg D. Early life undernutrition and chronic diseases at older ages: the effects of the Dutch famine on cardiovascular diseases and diabetes //Social science & medicine. — 2011. — Т. 73. — №. 5. — P. 711–718.
14. Koupil I. et al. Blood pressure, hypertension and mortality from circulatory disease in men and women who survived the siege of Leningrad //European journal of epidemiology. — 2007. — Т. 22. — №. 4. — P. 223–234.
15. Sparén P. et al. Long term mortality after severe starvation during the siege of Leningrad: prospective cohort study //Bmj. — 2004. — Т. 328. — №. 7430. — P. 11.
16. Хорошина Л.П., Иванов Д.О. Голодание в детстве и болезни в старости. На примере малолетних жителей блокированного Ленинграда (Издание 2-е, дополненное и исправленное). СПб.: Изд-во СПб ГПМУ, 2020–176с.
17. Barker D.J.P. The fetal origins of diseases of old age. Eur.J.Clin.Nutrit. 1992;46: 3–9.
18. Li Y. et al. Exposure to the Chinese famine in early life and the risk of hyperglycemia and type 2 diabetes in adulthood //Diabetes. — 2010. — Т. 59. — №. 10. — P. 2400–2406.
19. van Abeelen A.F. M. et al. Famine exposure in the young and the risk of type 2 diabetes in adulthood //Diabetes. — 2012. — Т. 61. — №. 9. — P. 2255–2260.
20. Jyoti D. F., Frongillo E.A., Jones S.J. Food insecurity affects school children's academic performance, weight gain, and social skills //The Journal of nutrition. — 2005. — Т. 135. — №. 12. — P. 2831–2839.
21. Bader K. et al. Adverse childhood experiences associated with sleep in primary insomnia //Journal of sleep research. — 2007. — Т. 16. — №. 3. — P. 285–296.
22. Chapman D. P. et al. Adverse childhood experiences and frequent insufficient sleep in 5 US States, 2009: a retrospective cohort study //BMC public health. — 2013. — Т. 13. — №. 1. — P. 1–9.
23. Li Y. et al. Exposure to the Chinese famine in early life and the risk of metabolic syndrome in adulthood //Diabetes care. — 2011. — Т. 34. — №. 4. — P. 1014–1018.
24. Черноуцкий М.В. Алиментарная дистрофия в блокированном Ленинграде. Л.: Медгиз, 1947.
25. Vickers M. H. et al. Fetal origins of hyperphagia, obesity, and hypertension and postnatal amplification by hypercaloric nutrition //American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism. — 2000. — Т. 279. — №. 1. — P. E83-E87.
26. Zabuga O. G., Vaiserman A.M. Malnutrition in early life and risk of type 2 diabetes: Theoretical framework and epidemiological evidence //Moscow University Biological Sciences Bulletin. — 2017. — Т. 72. — №. 2. — P. 37–46.

© Айли Иминьянцзы (ailiphd@mail.ru), Хорошина Лидия Павловна (solt54@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ НА СОМАТИЧЕСКУЮ И СТОМАТОЛОГИЧЕСКУЮ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ

THE INFLUENCE OF THE ECOLOGICAL STATE OF SOME TERRITORIES OF THE REPUBLIC OF ADYGEA ON THE SOMATIC AND DENTAL HEALTH OF CHILDREN

**S. Ashkar
D. Shaova
S. Jafarova**

Summary. The article contains an overview of the data contained in the literature and reflecting the level of impact of unfavorable environmental factors of the environment on the sanitary well-being of the child population of the Republic of Adygea, in terms of their somatic and dental health. In the publications under review, researchers draw a clear parallel between the environmental problems of the region and the incidence rate, and the severity of the observed pathologies.

Keywords: environmental factors, the level of childhood morbidity, dental morbidity.

Ашкар Самир Серханович

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», г. Майкоп

dr.samirashkar@mail.ru

Шаова Данна Хамедовна

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», г. Майкоп

Джафарова Севил Бахтияр-кзы

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», г. Майкоп

Аннотация. Статья содержит обзор данных, содержащихся в литературных источниках и отражающих уровень воздействия неблагоприятных экологических факторов окружающей среды на санитарное благополучие детского населения Республики Адыгея, в части их соматического и стоматологического здоровья. В рассматриваемых публикациях исследователи проводят четкую параллель между экологическими проблемами региона и уровнем заболеваемости, а степенью тяжести наблюдаемых патологий.

Ключевые слова: экологические факторы, уровень детской заболеваемости, стоматологическая заболеваемость.

Систематизированные на сегодняшний день в литературных источниках показатели санитарного благополучия населения позволяют проследить тесную взаимосвязь здоровья человека с качеством атмосферного воздуха.

Чем больше концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, тем выше риск возникновения различных заболеваний. И это не только болезни дыхательной системы, но и нервные расстройства, и аллергические реакции. Увеличивается риск врожденных патологий новорожденных.

Проблемы санитарно-эпидемиологического благополучия российского населения были и остаются актуальными. Особое внимание при этом следует уделять здоровью детей. А уже на протяжении многих лет отмечается тревожная тенденция роста уровня заболеваемости детей. Статистические данные подтверждают высокий уровень заболеваемости и патологической пораженности. Наметившаяся тенденция по стабилиза-

ции этих показателей еще не столь значима и не меняет в корне складывавшуюся на протяжении длительного времени ситуацию.

По-прежнему высока и продолжает повышаться заболеваемость детского населения в неблагополучных с экологической точки зрения регионах. Негативно отражаются такие неблагоприятные экологические условия и на состоянии стоматологического здоровья, в особенности — детского [4;7].

Целью нашего исследования является выявление зависимости заболеваемости детского населения Республики Адыгея от экологического состояния территории проживания.

В рамках поставленной нами цели был проведен анализ научных публикаций, имеющих в открытом доступе, и отчетов Министерства здравоохранения Республики Адыгея, отражающих тенденции в заболеваемости детей региона в 2017–2019 гг. Данные об эколо-

гической ситуации в регионе изучались по материалам доступных публикаций и аналитической отчетности Управления по охране окружающей среды и природным ресурсам Республики Адыгея за соответствующий период. Поиск научных публикаций осуществлялся на электронных ресурсах E-library и CyberLenink, отчетные данные получены с официальных сайтов органов исполнительной власти республики.

Республика Адыгея — южный регион, расположенный на площади 7791,8 тыс. км, с населением 463453 чел. (статистические данные за 2020 год).

Уровень санитарно-эпидемиологического благополучия населения республики, по данным управления Роспотребнадзора, определяется чистотой атмосферного воздуха, состоянием почв, уровнем загрязнения источников водоснабжения и радиационным фоном. Согласно проведенному анализу среди неблагоприятных экологических факторов максимальное влияние на уровень заболеваемости населения оказывает загрязнение атмосферного воздуха. Следует особо отметить, что большинство существующих проблем загрязнения атмосферы напрямую связано с антропогенным воздействием на окружающую среду, преимущественно — использованием автотранспорта. К приоритетным загрязнителям, контролируемым на территории республики вследствие превышения ПДК, относятся взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, формальдегид и др. [2].

По данным, содержащимся в докладе Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Адыгея динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за последние 10 лет имеет позитивную тенденцию: доля проб атмосферного воздуха с содержанием загрязняющих веществ, превышающих ПДК снизилась в 2,85 раза. При этом в 2019 г. отмечено улучшение качества атмосферного воздуха по всем приоритетным загрязнителям воздуха городских и сельских поселений региона [3]. Наибольшее превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) в 1,1–2,0 раза по оксиду углерода и диоксиду азота отмечалось в г. Майкопе и Тахтамукайском районе. Негативные последствия для здоровья, обусловленные присутствием вредных химических соединений в атмосфере, проявляются, как правило, при длительном их воздействии на человеческий организм.

Загрязнение оксидом углерода и взвешенными веществами приводит к проблемам с органами дыхания, заболеваниям сердечно-сосудистой системы, нарушениям в работе органов кроветворения и негативно отражается на нервной системе [6].

Не отвечает гигиеническим требованиям вода в централизованных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Майкопа и Тахтамукайского района. Отклонения от нормативных показателей отмечаются и по органолептическим характеристикам (мутности), и по санитарно-химическим (содержание железа выше ПДК в 1–3 раза). В п. Псекупс (г. Адыгейск) и в ст. Гиагинская содержание железа в питьевой воде централизованных систем водоснабжения составило от 1,1 до 2 ПДК [2].

Ввиду агропромышленной направленности региона особое внимание уделяется загрязнению почвы, особенно в районах промышленного производства. Имеются публикации, посвященные данной проблеме в районах, прилегающих к химическому комбинату в г. Белореченске (Краснодарский край): территория г. Майкопа и Гиагинского района республики. Авторы указывают, что содержание в почве цинка выше ПДК в 1,5–1,9 раза. На втором месте по загрязняющему воздействию на почву — хром. На значительных территориях республики почвы загрязнены свинцом, никелем, ванадием и другими опасными веществами, что влечет за собой повышение токсикации выращиваемой сельскохозяйственной продукции.

В числе наиболее распространенных заболеваний детского населения Республики Адыгея (общая заболеваемость) — болезни дыхательной системы, костно-мышечной системы и системы пищеварения. Согласно отчетам Министерства здравоохранения региона, в г. Майкопе наблюдается превышение среднего показателя заболеваемости детей в возрасте 0–14 лет и подростков 15–17 лет [5].

В изученных источниках имеются единичные публикации, содержащие оценку обусловленности соматического здоровья детей Республики Адыгея экологическим состоянием территории проживания. Агиров А.Х. с соавт. (2011) изучили экологические факторы, оказывающие значимое воздействие на показатели, характеризующие уровень заболеваемости населения республики: пробы атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, воды водоемов. Отклонения от ПДК по атмосферному воздуху (в пределах 1–3) были выявлены в городах региона (по взвешенным частицам и оксиду углерода). Превышение содержания железа в питьевой воде (в пределах 1–3 ПДК) выявлены в городах Майкоп и Адыгейск, населенных пунктах Тахтамукайского и Гиагинского районов. Данные показали, что оптимального содержания фтора и йода не было ни в одном источнике питьевой воды, что является одной из основных причин повышенной заболеваемости кариесом зубов и эндемическим зобом (заболеваемость кариесом в РА находилась на уровне 98%) [1]. Чернов П.Ю. в своей ра-

боте проводит параллели между загрязнением почвы региона и уровнем заболеваемости острыми кишечными инфекциями. В выводах автор указывает, что из-за избыточной концентрации вредных веществ в почве наблюдается ухудшение здоровья населения, а также проявляются не характерные ранее для районов региона острые кишечные заболевания [8].

Размещенных в открытом доступе научных публикаций, затрагивающих проблему детского стоматологического здоровья в разрезе районов Республики Адыгея и содержащих аргументированную оценку последнего, практически нет. Единственная доступная информация представлена данными Кузьминой Э.М. с соавт. (2019) [8]. Данные о стоматологическом здоровье детей региона авторы получили в процессе эпидемиологического обследования населения России. Содержание фтора в воде, по данным авторов, варьируется в пределах 0,07–0,09 мг/л.

При этом заболеваемость кариеса молочных зубов у детей в г. Майкоп достигает 82% (при индексе кпу=4,5). Высшая степень распространения, а также интенсивность кариеса молочных зубов выявлена в Ги-агинском районе (100%, при индексе кпу=8,1), наименьшая — в г. Адыгейске и Тахтамукайском районе (75%, при индексе кпу=3,15–4,65). Однако, к 12–15 годам ситуация резко ухудшается. Во всех районах региона рас-

пространенность кариеса постоянных зубов составляет 92–95%, а индекс КПУ имеет следующие значения: в Майкопе — 4,56 (в 12 лет) и 7,18 (в 15 лет), в г. Адыгейске — 4,2 и 7,25, в Гиагинском районе — 5,34 и 6,96, в Тахтамукайском районе — 6,3 и 7,05 соответственно.

Подытоживая все вышеуказанное, приходим к следующим выводам:

- ◆ заболеваемость детей Республики Адыгея соматической и стоматологической патологией напрямую зависит от уровня экологического состояния территории;
- ◆ нет возможности оценить влияние экологических факторов на конкретные нозологические единицы на всей территории региона, поскольку в открытом доступе не представлено статистически достоверных данных по заболеваемости детей (соматической и стоматологической) в разрезе районов.

Изученные данные, представленные в открытом доступе, позволяют сделать вывод о наличии необходимости и перспективности проведения дальнейших исследований по выявлению степени влияния неблагоприятных экологических условий на соматическое и стоматологическое здоровье детского населения в разрезе территориальных образований Республики Адыгея.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агиров А.Х. Экология и здоровье детского и подросткового населения Республики Адыгея / А.Х. Агиров, Н.А. Агаджанян, Р.Ш. Ожева, С.П. Лысенков // *Фундаментальные исследования*. — 2011. — № 9–2. — С. 196–201.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Адыгея в 2019 году» / Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Адыгея. — Майкоп, 2020. — 259 с.
3. Капранов, С.В. Влияние загрязнителей атмосферного воздуха на заболеваемость и распространенность болезней среди детского населения в промышленном городе / С.В. Капранов, Д.В. Тарабцев // *Здоровье и окружающая среда*. — 2017. — № 27. — С. 26–30.
4. О состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Республике Адыгея за 2019 год: Доклад / Майкоп, 2020. — 134 с. Электронный ресурс: URL: <http://www.adygheya.ru/ministers/departments/ministerstvo-zdravookhraneniya/deyatelnosti-ispolnitelnogo/ktera-o-de.php> (дата обращения: 08.12.2020)
5. Об экологической ситуации в Республике Адыгея за 2019 год: Доклад / Майкоп, 2020. — 179 с. Электронный ресурс: URL: <http://www.adygheya.ru/ministers/departments/upravlenie-po-okhrane-okruzhayushchey-sredy-i-prirodnym-resursam/informatsi/doklady/> (дата обращения: 18.12.2020)
6. Очерет Н.П. Современные проблемы антропогенной деградации почв сельскохозяйственного назначения Республики Адыгея / Н.П. Очерет, Т.Г. Туова, Ф.В. Тугуз // *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки*. — 2015. — № 2 (161). — С. 102–109.
7. Стоматологическая заболеваемость населения России / Э.М. Кузьмина, О.О. Янушевич, И.Н. Кузьмина. — М.: МГМСУ, 2019. — 304 с., ил.
8. Чернов П.Ю. Состояние почвы в Республике Адыгея и ее влияние на здоровье населения / П.Ю. Чернов // *Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»*. URL: <http://scienceforum.ru/2015/article/2015008060>><http://scienceforum.ru/2015/article/2015008060>< (дата обращения: 18.12.2020).

© Ашкар Самир Серханович (dr.samirashkar@mail.ru),

Шаова Данна Хамедовна,

Джафарова Севил Бахтияр-кзы.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ НАРУШЕНИЙ КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ ЧЕЛОВЕКА В КАЧЕСТВЕ ИНИЦИАЛЬНОГО ЗВЕНА ПАТОГЕНЕЗА ЗАБОЛЕВАНИЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ, А ТАКЖЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ С НЕЙРОВОСПАЛЕНИЕМ

THE POTENTIAL ROLE OF THE DISORDERS OF THE HUMAN GUT MICROBIOTA AS AN INITIAL LINK IN THE PATHOGENESIS OF DISEASES OF THE IMMUNE SYSTEM, AND OF DISEASES ASSOCIATED WITH NEUROINFLAMMATION

I. Eremenko

Summary. The investigation of various aspects of pathogenesis of immune diseases (for example, reactions of hypersensitivity and different types of allergy) lead to understanding the fact of participation of gut microbiota at the modulation of normal functioning of the immune system. There are new arguments for the role of maternal immune activation (MIA) in the pathogenesis of nervous and psychical disorders of the children, and also the medical scientists explore the role of the gut microflora at forming the neuroinflammation and it's possible participation at the pathogenesis of neurodegenerative disorders. However, there are a lot of new questions and argues and very little amount of answers. The review of last results in the problem of connection between gut microbiota and immune system have a purpose of critical assessment of it and the popularization of one of the most perspective trends in the immunopathology.

Keywords: allergy, immunopathology, microbiota, maternal immune activation, neuroinflammation.

Еременко Иван Иванович

Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России
(Сеченовский Университет), Москва
dvavani@mail.ru

Аннотация. Изучение разнообразных аспектов патогенеза иммунных заболеваний (реакций гиперчувствительности, различных форм аллергии) многочисленными авторами привело к пониманию факта участия микробиоты кишечника в поддержании адекватного функционирования иммунной системы человека. Появились доказательства роли материнской иммунной активации (МИА) в патогенезе нервных и психических расстройств у детей, исследована роль микробиоты кишечника в формировании нейровоспаления и возможном участии микрофлоры в патогенезе нейродегенеративных расстройств, однако с появлением новой информации разгораются новые споры и появляется больше вопросов, чем ответов. Обзор последних исследований по теме взаимодействия кишечной микробиоты с иммунной системой преследует цель критического рассмотрения и популяризации одного из наиболее перспективных и изучаемых мировой медициной взглядов на иммунопатологию.

Ключевые слова: аллергия, иммунопатология, микробиота, материнская иммунная активация, нейровоспаление.

Введение

Кишечная микробиота человека, представленная, по разным оценкам, приблизительно 395 видами бактерий, в основном анаэробных, интересна с точки зрения самых разных ее влияний [1]. Существуют исследования, говорящие о значимой роли этих микроорганизмов в функционировании человеческого организма — подтверждена взаимосвязь метаболитов микрофлоры с развитием атеросклероза (важно участие триметиламинооксида — метаболита микрофлоры, поступающего в кровотоки и вызывающего множество эффектов в эндотелии сосудов и потенцирующего развитие

окислительного стресса) [2], а также в развитии патологий нервной системы (речь идет о возможной роли микрофлоры в патогенезе нейродегенеративных расстройств) [3]. Возможности микрофлоры с точки зрения влияния на иммунную систему достаточно велики: следует сказать, что микробиотой кишечника, а так же кожи и слизистых оболочек, считается фактором неспецифической защиты организма вследствие формирования на данных структурах мощной антагонистической по отношению к патогенным бактериям популяции микроорганизмов, реализующих колонизационную резистентность [4]. Этот барьер играет важнейшую роль в качестве первого препятствия для инфицирования организма в области

наиболее распространенных входных ворот инфекции. Имунная система не распознает представителей нормальной микрофлоры в качестве чужеродных объектов — этому способствует и относительная отграниченность микрофлоры от внутренних сред (в норме), а также приобретенные данными бактериями в ходе эволюции приспособления к симбиозу, выраженные в уменьшении их антигенности и иммуногенности. Это обуславливает также и негативные возможные последствия для макроорганизма: в случае нарушения разграничения между микрофлорой и внутренними средами развиваются тяжелые инфекции, которые могут стать летальными как раз вследствие упомянутых свойств нормальной микрофлоры.

Приведенные выше данные о неоднозначных свойствах человеческой микрофлоры приводят к необходимости детального выяснения всех возможных влияний бактерий на человеческий организм, и, что является предметом данного обзора, с точки зрения воздействия микробиоты на иммунную систему. Представляет особый интерес возможная роль микроорганизмов в патогенезе реакций гиперчувствительности (в основном — в развитии аллергии), хронического нейровоспаления, возможная роль в формировании иммунной системы с детского возраста и определении адекватности и эффективности иммунных реакций, а также влияние микробиома на иммунную систему беременных женщин.

Взаимосвязь микробиоты кишечника с реакциями гиперчувствительности

Механизмы развития различных форм неадекватного иммунного ответа организма на введение разнообразных антигенов до конца не ясны. С точки зрения обозначенной проблемы кишечный микробиом может играть важную роль в развитии пищевых аллергий, а также потенцировать развитие экземы. Эти данные были получены европейскими исследователями в ходе анализа микрофлоры кишечника у группы детей, имеющих повышенный риск развития аллергических заболеваний [5]. Исследование было комплексным — дети находились на искусственном вскармливании с добавлением неперевариваемых олигосахаридов (вещества, усваиваемые определенными представителями микрофлоры). Было выяснено, что физико-химические свойства фекалий у детей, получающих в качестве добавки олигосахариды, ближе к показателям фекалий детей, находящихся на грудном вскармливании, чем к аналогичным показателям у детей, находящихся на искусственном вскармливании без добавления олигосахаридов. В конечном итоге исследователи выявили, что у детей, у которых к 18 месяцам жизни развилась экзема, в течение первых 26 недель жизни в кишечнике аномально выросли уровни содержания бактерий родов *Enterobacteriaceae*

и *Parabacteroides*, и одновременно снизились уровни потребляющих лактат бактерий родов *Eubacterium* и *Anaerostipes*, а так же снизилось содержание бутирата и возросло содержание лактата. Эти данные можно использовать в качестве отправных в продолжении более детального исследования патологических изменений микрофлоры у лиц с аллергией, а также в разработке средств, способных скорректировать данные изменения.

Более детальное изучение молекулярных механизмов влияния формирующейся в организме младенца кишечной микробиоты на развитие иммунной системы и адекватности ее функционирования представлены в работе van den Elsen et al. [6]: авторы рассматривают грудное молоко как ключевой фактор для поддержания нормального состава микрофлоры: акцент сделан на то, что с грудным молоком в ЖКТ ребенка попадают определенные виды микроорганизмов (родов *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium* и прочие), и одновременно с этим в составе материнского молока присутствуют такие антибактериальные вещества, как IgA, кинуренин, лактоферрин (их список достаточно обширен и не до конца изучен) — они поддерживают избирательность заселения кишечника младенца, формируя наиболее приемлемую для него микрофлору. Аналогичным образом в предыдущей работе авторы модулировали развитие микроорганизмов посредством неперевариваемых олигосахаридов у детей, потребляющих коровье молоко — добавление подобных веществ создает своеобразную селективную среду в ЖКТ, формирующую приближенное к нормальному соотношение содержания бактерий. Представители некоторых видов (*Lactobacillus* и *Bifidobacterium*) синтезируют короткоцепочечные жирные кислоты, которые способны стимулировать синтез TGF- β (трансформирующий фактор роста- β) эпителиальными клетками кишечника и посредством этого влияния активировать T-регуляторные клетки (T-reg cells), которые, в свою очередь, контролируют адекватность иммунного ответа организма на потенциальные аллергены. Авторы также упоминают лиганды ариловых углеводных рецепторов, синтезируемые микроорганизмами, которые связываются с рецепторами на врожденных лимфоидных клетках третьего типа (ILC3), активируя в них синтез IL-22, один из основных эффектов которого — укрепление кишечного эпителиального барьера (посредством активации усиления секреции антимикробных веществ клетками Панета, а также слизи бокаловидными клетками), что также значимо для предотвращения развития аллергии. Существуют данные о механизмах, опосредованных катаболизмом триптофана бактериями и секреции ими метаболитов, способных также влиять на регуляторные T-клетки, а также о молекулярных механизмах активации иммунных клеток посредством молекулярных паттернов, ассоциированных с микроорганизмами (*microorganism-associated*

molecular patterns), таких, как липополисахариды клеточной стенки бактерий — полагают, что подобные взаимодействия между иммунной системой и микрофлорой способны настраивать адекватность как врожденного, так и адаптивного иммунитета [7].

Приведенные молекулярные механизмы возможных влияний микробиома на иммунную систему, а так же наличие взаимосвязанных с этой проблемой вопросов делают необходимым продолжение изучения конкретных видов микроорганизмов, а также их соотношения в составе кишечного микробиома и их роли в развитии неадекватного иммунного ответа на различные пищевые потенциальные аллергены [8]. Ранее изученные и потенциальные возможности микрофлоры необходимо использовать в качестве целей для терапевтического воздействия и дальнейшей нормализации нарушенных функций иммунной системы.

Нейровоспаление и кишечная микробиота

Тема нейровоспаления — одна из самых обсуждаемых в научном сообществе в последние годы [9,10,11]. Неслучайно именно эта тема вызывает самые горячие споры — она во многом создаёт фундаментальные теоретические позиции для развития новых гипотез, в известной степени опровергающих укрепившиеся и популярные теории, объясняющие механизмы развития таких сложных заболеваний, как болезнь Альцгеймера, Паркинсона, большое депрессивное расстройство [12]. Так, некоторые авторы открыто говорят о необходимости пересмотра, или, по крайней мере, дополнения теории о нарушениях в конформации и свертывании предшественника бета-амилоидного белка — основной на данный момент теории, объясняющей патогенез болезни Альцгеймера. Они предлагают новый, достаточно необычный взгляд на эти процессы: в качестве инициального звена патогенеза расстройств нервной системы они рассматривают процессы, происходящие в кишечной микробиоте. Ключевые аспекты этих патологических процессов заключаются в различных нарушениях состава микрофлоры или функционирования бактерий отдельных родов, что влечет за собой изменения в функционировании иммунных клеток в кишечной стенке (как было подробно объяснено выше, существуют доказанные молекулярные механизмы данной взаимосвязи — например, воздействие на ILC3 посредством лигандов ариловых углеводных рецепторов и стимуляции ИL-22, а также воздействие на регуляторные Т-клетки) [6]. Данные влияния индуцируют развитие хронического воспаления в кишечной стенке, и, соответственно, происходят выраженные изменения состояния иммунной системы: в крови повышаются уровни таких провоспалительных цитокинов, как ИL-1, ФНО (фактор некроза опухоли), ин-

терферон-гамма, и т.д. Некоторые из этих веществ способны проникать через гематоэнцефалический барьер, воздействуя на глиальные компоненты нервной ткани. Активация медиаторами воспаления данных клеток влечет за собой синтез новых веществ, которые воздействуют на нейроны и на ближайшее глиальное окружение, что влечет за собой специфическое воздействие непосредственно на нервные клетки и их функции, а также обуславливает распространение подобного ответа на обширных участках центральной нервной системы [13].

Морфологический субстрат нейровоспаления многими авторами рассматривается в основном как результат специфической активации микроглии и изменения ее структуры и функционирования [14]. Так, доказана способность липополисахарида (LPS), содержащегося в грамотрицательных бактериальных клетках, а также некоторых провоспалительных цитокинов значительно изменять работу микроглии и астроцитов, переводя ее из физиологического состояния «наблюдателя» в активированное защитное состояние — морфологически это проявляется в серьезном изменении структуры клеток — из нормальных глиальных клеток с множеством тонких отростков они превращаются в гипертрофированные, крупные клетки с толстыми отростками. Это происходит вследствие специфической активации нескольких сигнальных путей, один из которых — внутриклеточный путь, связанный с семейством митоген-активируемых протеинкиназ (MAPK) с последующей активацией ядерного фактора (NF-kb) и синтезом провоспалительных интерлейкинов. Что особенно важно, такая специфическая активация также приводит к формированию внеклеточных микровезикул (экзосом), содержащих обилие самых разнообразных факторов — ферментов, набор различных микроРНК, эндосом-специфических белков, и провоспалительных цитокинов. Микровезикулы рассматриваются в качестве основных посредников в межклеточном взаимодействии — предполагается, что именно благодаря им возможно активное воздействие глиального окружения на нейроны и контроль многих функций нервной системы, а также появляются предположения, что набор специфических микровезикул можно рассматривать как клинико-диагностический маркер некоторых нервных и психических патологий.

Описанные молекулярные механизмы нейровоспаления и влияний микробиома на этот процесс способны в перспективе объяснить патогенез таких сложных заболеваний с невыясненной этиологией, как большое депрессивное расстройство, нейродегенеративные заболевания, боковой амиотрофический склероз, а также появляются данные о влиянии кишечного микробиома на восстановления ЦНС после различных травм спин-

ного мозга [15, 16]. В данном случае иммунная система является посредником между кишечным микробиотой и нервной системой и может служить дополнительной мишенью для терапии и профилактики указанных заболеваний.

Влияние кишечной микробиоты на иммунную систему беременной женщины

В контексте проблемы состояния иммунной системы беременной женщины, ее возможной патологии и воздействия на организм плода следует сказать о специфическом состоянии, названном “материнской иммунной активацией” [17]. Оно характеризуется повышением в крови женщины уровней некоторых провоспалительных цитокинов (основные — ИЛ-6 и ИЛ-17) и других биологически активных веществ. Не до конца понятно, какие именно причины обуславливают подобное состояние иммунной системы: одним из возможных этиологических факторов является дисбиоз кишечника беременных женщин. Нарушение адекватного соотношения микроорганизмов приводит к сдвигу в сторону патогенных видов и вызывает воспалительные изменения в кишечнике. В свою очередь циркулирующие провоспалительные вещества (упоминаются, помимо интерлейкинов, также липополисахариды бактериальной стенки) могут через пока не до конца понятные механизмы воздействовать на нервную систему плода. Особенность данного патологического процесса в том, что он зачастую идиопатичен и ассоциирован с серьезным увеличением риска развития таких психических патологий, как аутизм и шизофрения, у новорожденного [18]. Ниже рассмотрены некоторые механизмы материнской иммунной активации, а также их взаимосвязь с кишечным микробиомом.

К молекулярным механизмам материнской иммунной активации и влияния на организм плода относят возможное изменение экспрессии некоторых генов в ЦНС плода — конкретно некоторые авторы упоминают гены сигнального пути NRG-ErbB (материнская иммунная активация способна менять уровень экспрессии гена белка NRG1 и его рецептора ErbB4), а также гены дофаминового D2 рецептора. Полагают, что данные изменения играют значимую роль в потенциальном развитии психических нарушений у ребенка [19].

В экспериментах на приматах была выявлена корреляция между материнской иммунной активацией и повышением уровня дофамина в полосатом теле у потомства в позднем подростковом периоде. Данные изменения сходны с таковыми у людей, страдающих шизофренией, и в совокупности с вышеуказанными механизмами могут принимать участие в патогенезе данного заболевания [20].

Материнская иммунная активация и ее взаимосвязь с нервной патологией наглядно продемонстрирована в эксперименте на мышах. Авторы вызывали различные воспалительные состояния введением в организм самки инфекционных агентов (такого как вирусная миметическая полиинозин-полицитидиловая кислота (PolyI: C), а также ассоциированные с дисбиозом кишечника) в наиболее значимые для развития нервной системы плода периоды гестации в организме беременной самки и наблюдали за состоянием потомства [21]. Была выявлена корреляция между иммунной активацией материнского организма и развитием различных подобных психическим нарушениям состояний (отклонения в социальном поведении, отсутствие контактов с сородичами) у потомства. Данную модель предлагается использовать как одну из наиболее перспективных для изучения аутизмоподобных нарушений и их взаимосвязи с иммунной системой и микробиомом.

В исследовании с относительно небольшой выборкой авторы изучали эффективность применения пересадки микробиома от здорового донора детям, больных аутизмом [22]. По результатам данной работы был сделан вывод о достаточно серьезных позитивных сдвигах в поведении и состоянии пациентов, авторы предлагают провести более масштабные исследования данного вопроса.

Особенно интересен факт позитивного профилактического эффекта применения пероральных пробиотиков у беременных женщин в предотвращении дальнейших психических проблем у потомства [23]. В экспериментах на мышах было показано, что введение пероральных пробиотиков беременным самкам значительно снижало риск проявления аутизмоподобных нарушений у потомства. Факт позитивного влияния пробиотиков подчеркивает роль кишечника и микробиома в патогенезе развития материнской иммунной активации и в ассоциированных психических расстройств у потомства. Необходимо проведение дополнительных исследований и рассмотрение перспективы введения пероральных пробиотиков беременным женщинам в качестве профилактического средства.

Заключение

Представленные в обзоре доказательства значимости адекватного взаимодействия кишечной микрофлоры с иммунной системой в предотвращении развития таких патологий, как реакции гиперчувствительности, а также других расстройств иммунной системы и ассоциированных с ними заболеваний нервной системы, а также их молекулярные механизмы являются только начальным этапом изучения данной проблемы. Необходимо продолжение исследований, в частности, поиск эффективных средств для терапии и профилактики указанных

патологий на основании ранее не изученных механизмов патогенеза. Особенно значима популяризация этого нового взгляда на кишечную микробиоту и ее взаимосвязь

с иммунопатологическими заболеваниями с целью привлечения исследователей для активного изучения проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы патологии заболеваний по Роббинсу и Котрану / Кумар В., Аббас А.К., Фаусто Н., Астер Дж. К.; пер. с англ.; под ред. Е.А. Коган. В 3 т. Том 1: главы 1–10. — М.: Логосфера, 2014. — 624 с. — глава 8
2. Ke Y, Li D, Zhao M, Liu C, Liu J, Zeng A, Shi X, Cheng S, Pan B, Zheng L, Hong H. Gut flora-dependent metabolite Trimethylamine-N-oxide accelerates endothelial cell senescence and vascular aging through oxidative stress. *Free Radic Biol Med.* (2018) Feb 20;116:88–100. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.01.007.
3. Kowalski K., Mulak A. Brain-Gut-Microbiota Axis in Alzheimer's Disease // *J Neurogastroenterol Motil.* 2019 Jan; 25(1): 48–60. Published online 2019 Jan 1. doi: 10.5056/jnm18087
4. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: Учебник для студентов медицинских вузов / Под. ред. А.А. Воробьева. — 2-е изд., испр. И доп. — М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2012. — 704 с.: ил., табл. Стр. 88–93
5. Wopereis H, Sim K, Shaw A, Warner JO, Knol J, Kroll JS. Intestinal microbiota in infants at high risk for allergy: Effects of prebiotics and role in eczema development. *J Allergy Clin Immunol.* 2018 Apr;141(4):1334–1342.e5. doi: 10.1016/j.jaci.2017.05.054.
6. van den Elsen LWJ, Garssen J, Burcelin R, Verhasselt V. Shaping the Gut Microbiota by Breastfeeding: The Gateway to Allergy Prevention? *Front Pediatr.* 2019 Feb 27;7:47. doi: 10.3389/fped.2019.0004
7. Yu J, Luo Y, Zhu Z, Zhou Y, Sun L, Gao J, Sun J, Wang G, Yao X, Li W. A tryptophan metabolite of the skin microbiota attenuates inflammation in patients with atopic dermatitis through the aryl hydrocarbon receptor. *J Allergy Clin Immunol.* 2018 Dec 20. pii: S0091–6749(18)32777–5. doi: 10.1016/j.jaci.2018.11.036.
8. Boutin RCT, Dwyer Z, Farmer K, Rudyk C, Forbes MR, Hayley S. Perinatal antibiotic exposure alters composition of murine gut microbiota and may influence later responses to peanut antigen. *Allergy Asthma Clin Immunol.* 2018 Nov 1;14:42. doi: 10.1186/s13223–018–0263–8
9. Ransohoff RM. How neuroinflammation contributes to neurodegeneration. *Science.* 2016 Aug 19;353(6301):777–83. doi: 10.1126/science.aag2590
10. Kempuraj D, Thangavel R, Natteru PA, Selvakumar GP, Saeed D, Zahoor H, Zaheer S, Iyer SS, Zaheer A. Neuroinflammation Induces Neurodegeneration. *J Neuro Neurosurg Spine.* 2016;1(1)
11. McManus RM, Heneka MT. Role of neuroinflammation in neurodegeneration: new insights. *Alzheimers Res Ther.* 2017 Mar 4;9(1):14. doi: 10.1186/s13195–017–0241–2
12. Angelova PR, Abramov AY. Alpha-synuclein and beta-amyloid — different targets, same players: calcium, free radicals and mitochondria in the mechanism of neurodegeneration. *Biochem Biophys Res Commun.* 483(4):1110–1115. (2017)
13. Yao YY, Bian LG, Yang P, Sui Y, Li R, Chen YL, Sun L, Ai QL, Zhong LM, Lu D. Gastrodin attenuates proliferation and inflammatory responses in activated microglia through Wnt/ β -catenin signaling pathway. *Brain Res.* 2019 Apr 23. pii: S0006–8993(19)30226–4. doi: 10.1016/j.brainres.2019.04.025
14. Dora Brites, Adelaide Fernandes. Neuroinflammation and Depression: Microglia Activation, Extracellular Microvesicles and microRNA Dysregulation. *Front Cell Neurosci.* 2015; 9: 476. doi: 10.3389/fncel.2015.00476
15. Marta Sochocka, Katarzyna Donskow-Tysoniewska, Breno Satler Diniz, Donata Kurpas, Ewa Brzozowska, Jerzy Leszek. The Gut Microbiome Alterations and Inflammation-Driven Pathogenesis of Alzheimer's Disease — a Critical Review. *Mol Neurobiol.* 2019; 56(3): 1841–1851. doi: 10.1007/s12035–018–1188–4
16. Kristina A. Kigerl, Klaus Mostacada, Phillip G. Popovich. Gut Microbiota Are Disease-Modifying Factors After Traumatic Spinal Cord Injury. *Neurotherapeutics.* 2018 Jan; 15(1): 60–67. doi: 10.1007/s13311–017–0583–2
17. Paysour MJ, Bolte AC, Lukens JR. Crosstalk Between the Microbiome and Gestational Immunity in Autism-Related Disorders. *DNA Cell Biol.* 2019 Feb 28. doi: 10.1089/dna.2019.4653.
18. Minakova E, Warner BB. Maternal immune activation, central nervous system development and behavioral phenotypes. *Birth Defects Res.* 2018 Dec 1;110(20):1539–1550. doi: 10.1002/bdr2.1416
19. Dabbah-Assadi F, Alon D, Golani I, Doron R, Kremer I, Beloosesky R, Shamir A. The influence of immune activation at early vs late gestation on fetal NRG1-ErbB4 expression and behavior in juvenile and adult mice offspring. *Brain Behav Immun.* 2019 Feb 6. pii: S0889–1591(18)30422–7. doi: 10.1016/j.bbi.2019.02.002.
20. Bauman MD, Lesh TA, Rowland DJ, Schumann CM, Smucny J, Kukis DL, Cherry SR, McAllister AK, Carter CS. Preliminary evidence of increased striatal dopamine in a nonhuman primate model of maternal immune activation. *Transl Psychiatry.* 2019 Apr 12;9(1):135. doi: 10.1038/s41398–019–0449-y
21. Lammert CR, Lukens JR. Modeling Autism-Related Disorders in Mice with Maternal Immune Activation (MIA). *Methods Mol Biol.* 2019;1960:227–236. doi: 10.1007/978–1–4939–9167–9_20
22. Kang DW, Adams JB, Coleman DM, Pollard EL, Maldonado J, McDonough-Means S, Caporaso JG, Krajmalnik-Brown R. Long-term benefit of Microbiota Transfer Therapy on autism symptoms and gut microbiota. *Sci Rep.* 2019 Apr 9;9(1):5821. doi: 10.1038/s41598–019–42183–0.
23. Wang X, Yang J, Zhang H, Yu J, Yao Z. Oral probiotic administration during pregnancy prevents autism-related behaviors in offspring induced by maternal immune activation via anti-inflammation in mice. *Autism Res.* 2019 Apr;12(4):576–588. doi: 10.1002/aur.2079.

© Еременко Иван Иванович (dvavani@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI 10.37882/2223–2966.2021.08.10

ГОСПИТАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА И РЕАБИЛИТАЦИЯ БОЛЬНЫХ С ПАРЕЗОМ ГОРТАНИ ПОСЛЕ СУБТОТАЛЬНОЙ СУБФАСЦИАЛЬНОЙ И ЭКСТРАФАСЦИАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

HOSPITAL DIAGNOSIS AND REHABILITATION OF PATIENTS WITH LARYNGEAL PARESIS AFTER SUBTOTAL SUBFASCIAL AND EXTRAFASCIAL RESECTION OF THE THYROID GLAND

**R. Zakhokhov
Z. Lovpache
T. Tlupova
A. Mukaev
D. Teuvazhukova**

Summary. Laryngeal paresis are identified and characterized by visualization of the larynx, which, along with the development of optical systems, significantly expands the possibilities of diagnostics and drawing up a rehabilitation plan; however, without voice diagnostics (perceptual, acoustic, aerodynamic and subjective) and electromyography, the clinical picture may be distorted. Atrophic changes in muscle tone correlate with the duration of their non-use. Therefore, voice therapy is in the first place among rehabilitation measures.

Keywords: laryngeal paresis, vocal cords, thyroid resection, diagnostic standards, rehabilitation, voice therapy.

Захохов Руслан Максидович

*К.м.н., Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик
Zakh_rus@mail.ru*

Ловпаче Зарема Нурийдinovна

*К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик
tanka70@yandex.ru*

Тлупова Тамара Гумаровна

*К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик
ttlupova@gmail.com*

Мукаев Асланбек Ахмедович

*Аспирант, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик
aslanbek.mukaev@mail.ru*

Теуважуква Диана Арсеновна

*Клинический ординатор, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ
di.teu.00@mail.ru*

Аннотация. Парезы гортани идентифицируют и характеризуют посредством визуализации гортани, что, наряду с развитием оптических систем, существенно расширяет возможности диагностики и составления реабилитационного плана; однако, без голосовой диагностики (перцептивной, акустической, аэродинамической и субъективной) и электромиографии клиническая картина может быть искажена. Атрофические изменения мышечного тонуса коррелируют с продолжительностью их неиспользования, поэтому голосовая терапия стоит на первом месте в ряду реабилитационных мер.

Ключевые слова: парез гортани, голосовые связки, резекция щитовидной железы, стандарты диагностики, реабилитация, голосовая терапия.

Введение

В настоящее время парез гортани также называют параличом голосовых связок, парезом голосовых связок, параличом блуждающего нерва и рецидивирующей невропатией гортани. Паралич голосовых связок (vocal cord paralysis — VCP) является наиболее часто используемым из этих терминов, и это единственный термин, указанный в качестве термина MeSH в тезаурусе контролируемого словаря Нацио-

нальной медицинской библиотеки, который используется для индексации статей для Medline. Однако голосовые связки состоят из двух пар мембран, с внешней оболочкой и внутренним телом. Контакт и вибрация этих двух складок генерируют звук во время фонации, а их дисфункция захватывает близлежащие структуры гортани. Таким образом, термин парез гортани более точно отражает анатомические и патофизиологические характеристики состояния. Цель данной работы — проанализировать международные золотые стандарты ди-

агностики и реабилитация больных с парезом гортани после субтотальной субфасциальной и экстрафасциальной резекции щитовидной железы.

Парез гортани (далее — ПГ) возникает после субтотальной субфасциальной и экстрафасциальной резекции щитовидной железы из-за повреждения возвратного гортанного нерва (RLN) и является одним из самых тяжёлых осложнений данных операций. Нервные повреждения классифицируются как блокады нервной проводимости и повреждения аксонов. Блок нервной проводимости, также называемый невпраксией, включает повреждение миелина неповрежденным аксоном. В таких случаях нервная функция обычно восстанавливается в течение 8 недель вместе с регенерацией шванновских клеток. Однако при повреждении аксона, известном как аксонотмезис, восстановление идет плохо. Тяжесть повреждений аксонов варьируется, так как они могут привести к гибели нейронов или к повторной иннервации клетки-мишени; эта вариация делает выздоровление пациентов непредсказуемым [2].

Симптомы, связанные с этим осложнением, включают охриплость голоса, утомляемость голоса, одышку, аспирацию, дисфагию и так далее. ПГ может быть временным или постоянным. Сообщаемая частота временных ПГ варьируется от 0% до 12%. Однако частота постоянного ПГ, как сообщается, значительно ниже — от 0 до 3,5% [15]. Благодаря решающей роли голоса и звучания в общении, пациенты с ПГ могут испытывать социальный дискомфорт вплоть до развития психологических нарушений; хорошо известно, что дисфония способствует социальной дезадаптации, тревожности и депрессии в случае затяжного течения ПГ. ПГ также увеличивает риск аспирации, что может привести к опасным для жизни состояниям, таким как аспирационная пневмония.

Сложности ранней диагностики ПГ заключаются в том, что у многих пациентов могут отсутствовать симптомы охриплости голоса, и послеоперационное ларингоскопическое обследование требуется всем пациентам после субтотальной субфасциальной и экстрафасциальной резекции щитовидной железы ввиду того, что ПГ значительно влияет на качество жизни пациента и иногда требует неотлагательного начала вмешательства для предотвращения аспирации или раннего улучшения качества голоса. Знание обратимости изменений и времени до выздоровления имеет жизненно важное значение для принятия решения о необходимости краткосрочного или долгосрочного вмешательства. Enomoto et al. обнаружил 85% выздоровление после операции по поводу доброкачественных заболеваний [6]. Lo et al. продемонстрировал выздоровление у 93%

пациентов с ПГ [14]. Nishida et al. сообщили о более чем 60% выздоровлении ПГ в течение 6 месяцев после операции по поводу рака щитовидной железы [19].

Частота функционального восстановления после ПГ наблюдается в среднем у 72,2% в первичной когорте и у 58,2% в когорте повторных операций. Средняя продолжительность выздоровления составляет 7 и 14,7 месяцев в первичной и повторной когортах, соответственно. По сравнению с существующей литературой, большинство нервов восстанавливают свою функцию в течение первых 6 месяцев после операции [20]. Однако в литературе видно отчетливую тенденцию — пациенты, перенесшие повторную операцию, имели более длительный интервал восстановления — до 26 месяцев. Аналогичный результат был обнаружен в масштабном исследовании Steurer et al., где выздоровление наблюдалось через два года [27].

Вопросы диагностики принципиально важны при ПГ: в целом, сочетание различных методов визуализации, включая ларингоскопию и стробоскопию, позволяет собирать обширную информацию [22]. Эндоскопическая визуализация может быть ограничена супраглоттальной гиперактивностью для преодоления недостаточности голосовой щели [23]. Hiramatsu et al. сообщили, что у 91% пациентов с ПГ на трехмерной компьютерной томографии (КТ) наблюдается каудальное смещение структур, что затрудняет стандартную диагностику — в этих случаях гибкая ларингоскопия позволяет лучше визуализировать голосовые связки, чем зеркальная или жесткая ларингоскопия. Гибкая ларингоскопия облегчает обследование, которое меньше зависит от оператора и/или пациента [11].

Продолжительность голосового закрытия является решающим фактором в тяжести ПГ и может затруднять повседневную беседу, даже при отсутствии заметной глотальной щели — в этих ситуациях голосовая функция пациентов может быть упущена из виду при оценке с помощью ларингоскопии [30].

Видеостробоскопия стала золотым стандартом для оценки фонаторного закрытия голосовой щели и состояния слизистой оболочки. Sercarz et al. обследовали 2000 пациентов с нелеченым ПГ и обнаружили асимметричную волновую вибрацию слизистой оболочки во всех случаях, при этом непарализованная голосовая связка показывала большую амплитуду и скорость [25]. Wang et al. сообщили, что у всех пациентов с нелеченым ПГ были обнаружены различные степени асимметрии слизистой оболочки и фазовых нарушений [29]. Харрис и Моррисон оценили полезность стробоскопии у 100 пациентов с ПГ. Они обнаружили, что достоверное изображение волновой вибрации слизистой оболочки

может быть получено только у пациентов с небольшой голосовой щелью [8]. Другой недостаток — отсутствие согласия в литературе относительно того, какие стробоскопические параметры следует оценивать при ПГ [3].

Голосовые тесты в диагностике ПГ необходимы после лечения, чтобы поддержать разработку плана реабилитации, получить визуальную обратную связь и провести надлежащее сравнение голосовых результатов между методами лечения для пациентов с ПГ. Клиницисты должны оценивать многомерные аспекты голоса, включая различные голосовые особенности. Голосовую диагностику можно разделить на четыре категории: перцептивная, акустическая, аэродинамическая и субъективная. Основные параметры оценки голоса при общих голосовых нарушениях были предложены Европейским ларингологическим обществом (ELS) в 2011 году [4]. Они рекомендовали оценки показателей восприятия, включая оценку (G), грубость (R) и одышку (B) (GRB); акустику, включая джиттер, мерцание, диапазон основной частоты (F0) и самую мягкую интенсивность; аэродинамику с коэффициентом фонации; и субъективный опыт, используя анкетную оценку. В 2018 году комитет ELS опубликовал консенсусный отчет об основных параметрах, исследуемых при ПГ. В своем исследовании они проанализировали голосовые данные пациентов с ПГ, используя базы данных авторов [16]. На основании своих данных они предложили обязательно использовать перцепционный анализ со шкалой GRB и считают, что предпочтительнее проводить исследования дыхания и аэродинамики, используя, по крайней мере, MPT, а использование акустического анализа следует рассматривать как необязательное.

В своем систематическом обзоре Desuter et al. сообщили, что из всех параметров MPT наиболее часто демонстрировал значительное улучшение (90%) после хирургического вмешательства, за которым следовали средний поток воздуха (86%), шкала GRBAS (85%), NHR (80%), дрожание (74%), мерцание (68%).), VHI (64%), F0 (33%) [5].

В 1944 году Уэддел впервые представил ларингальную электромиографию (далее — LEMG) и предположил, что этот метод может иметь диагностическое и прогностическое значение для ПГ; с тех пор методика улучшилась и ее клиническое применение расширилось. Хотя визуальные и голосовые оценки широко используются, эти инструменты плохо различают неврологические и механические расстройства. В таких случаях LEMG может быть полезен для подтверждения того, что нарушение подвижности имеет неврологическую основу, и для разработки плана лечения.

Хеман-Ака и Барр выявили, что на основе LEMG план лечения был изменен у 10 из 37 пациентов (27,0%), а курс лечения был подтвержден у 12 из 37 пациентов (32,4%), тогда как в план, первоначально определенный визуальной оценкой изменён у 15 из 37 пациентов (40,0%) [9]. Fosquet et al. оценили 61 пациента и обнаружили, что LEMG может успешно дифференцировать неврологическую причину в 85% [7]. Наличие спонтанной активности (например, потенциал фибрилляции, миотонические разряды, фасцикуляции, положительные острые волны, сложные повторяющиеся потенциалы) и синкинезия указывает на плохой прогноз. Если LEMG показывает плохой результат, рекомендуется хирургическое лечение или инъекция в голосовые складки постоянным материалом [21]. Однако остается неясным, когда результаты LEMG становятся показательными — патологическая спонтанная активность, указывающая на дегенерацию аксонов, проявляется только через 10–14 дней после первоначального повреждения [28].

Реабилитация средствами вокальной терапии. Пациенты могут использовать компенсирующие маневры для улучшения качества голоса. Эти паттерны, часто называемые гиперфункциональными симптомами, являются реакцией на недостаточное закрытие голосовой щели и включают в себя сокращение контралатеральных голосовых складок и внешних мышц гортани, а также усиление выдоха. Эти маневры могут привести к кратковременному улучшению качества голоса, но также связаны с утомляемостью голоса и болью в шее. Цель терапии — улучшить закрытие голосовой щели с использованием соответствующих компенсаторных механизмов и избежать нежелательного компенсаторного поведения, включая передне-заднее или латеральное надгортанное сужение, голос фальцетом и сокращение мышц глотки [13]. Основная цель послеоперационного ухода и реабилитационных мероприятий — уменьшить отек, максимально облегчить регенерацию нервов и уменьшить количество случаев стойкого пареза. В настоящее время голосовая терапия рекомендуется при послеоперационном парезе гортани во всех странах мира. Рекомендуется пациентам получать голосовую терапию как можно раньше, если нет противопоказаний для этого лечения и пациент желает её пройти голосовую терапию [17–18]. Согласно данным современной нейрорепатологии, раннее вмешательство может предотвратить или отсрочить атрофию мышц. Возможная польза от голосовой терапии может быть определена после 1–2 сеансов. Несколько исследований показали, что 4–6 недель — минимальное время, необходимое пациентам для достижения устойчивого преимущества от голосовой терапии. Однако для пациентов с разрывом и/или аспирацией предпочтительны хирургические процедуры медиализации (SMP). Даже в таких условиях сочетание голо-

совой терапии и хирургического лечения кажется лучшим подходом к лечению [12].

В настоящее время отсутствует стандартизация методов голосовой терапии и их клинической эффективности у пациентов с ПГ [26]. С целью активизации нервно-мышечного аппарата наружных и внутренних мышц гортани дополнительно проводится вибромассаж переднебоковой поверхности шеи и проекции входа нижнего гортанного нерва. Дыхательная гимнастика и вибромассаж подготавливают голосовой аппарат к фонации. В это время исчезают или уменьшаются парестезии, удлиняется речевой выдох, при ларингоскопии часто отмечается появление слабых колебаний голосовых складок. Основным этапом голосовой реабилитации является координация голосового аппарата фонопедическими упражнениями, или постановка голоса.

В дополнение к голосовой реабилитации, с начала 1990-х годов для инъекционной ларингопластики (ИЛ) у пациентов с ПГ были внедрены многочисленные материалы. Основная цель временной инъекции голосовой связки — восстановить функцию гортани в процессе восстановления нервной проводимости парализованной голосовой связки. Постоянный материал используется в случаях необратимого ПГ из-за явного повреждения нервов [1].

Первичная интраоперационная реиннервация RLN теоретически является идеальным подходом для улучшения послеоперационного прогноза. Используя эту процедуру во время операции, можно избежать ПГ. Интраоперационный нейромониторинг (ИОНМ) в Российской Федерации обычно не используется и может быть еще одной причиной увеличения частоты ПГ [10]. Поскольку в когорте пациентов с повторной операцией определено выше частота как временного, так и постоянного паралича с более длительным периодом

восстановления, ИОНМ может быть полезным дополнением в когорте пациентов после повторной операции.

На сегодняшний день исследуются и другие процедуры, способствующие реабилитации и регенерации, включая электростимуляцию. Отсутствуют данные для оценки её реальных эффектов в случае повреждения RLN.

Заключение

Диагностика и реабилитация при ПГ должны быть адаптированы к индивидууму с учетом причины паралича и ожиданий пациента по поводу сроков выздоровления. Всем пациентам после операции следует проводить эндоскопическую оценку структуры и функции гортани, чтобы определить степень подвижности голосовых складок и наличие компенсационных явлений. Стробоскопия помогает оценить звуковое закрытие голосовой щели, волну слизистой оболочки и разницу в уровне между голосовыми складками. Однако врачи должны с осторожностью использовать инструменты визуализации в качестве единственного индикатора результатов. Вместо этого следует оценивать многомерные аспекты голоса. Базовый набор параметров может быть адаптирован в зависимости от способности пациента к эффективному участию, а также возможностей медицинского учреждения. Когда врачи подозревают поражение вдоль RLN показаны визуализирующие исследования. LEMG полезен для дифференциации причин ПГ, а также предоставляет прогностическую информацию с точки зрения восстановления нервной функции. По возможности, при прямых повреждениях гортанного нерва во время операции следует рассмотреть возможность немедленной реиннервации. Для пациентов с компенсированным голосом и без аспирации применимы менее инвазивные методы лечения, такие как голосовая терапия, массаж, выжидательный подход, ИЛ с временным материалом (в зависимости от потребностей пациента или профессии).

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко Н.В. и др. Способ восстановления голосовой функции гортани после операций при раке щитовидной железы // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2020. — № 3 (75). — С. 50.
2. Шагатаева Б.А. и др. Реабилитация голоса при парезах и параличах гортани // Экспериментальная и клиническая оториноларингология. — 2020. — № 2. — С. 44–46.
3. Bonilha HS, Focht KL, Martin-Harris B. Rater methodology for stroboscopy: a systematic review. *J Voice*. 2015 Jan;29(1):101–8.
4. Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, et al. A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. Guideline elaborated by the Committee on Phoniatrics of the European Laryngological Society (ELS) *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2001 Feb;258(2):77–82.
5. Desuter G, Dedry M, Schaar B, van Lith-Bijl J, van Benthem PP, Sjogren EV. Voice outcome indicators for unilateral vocal fold paralysis surgery: a review of the literature. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2018 Feb;275(2):459–68.
6. Enomoto K, Uchino S, Watanabe S, Enomoto Y, Noguchi S. Recurrent laryngeal nerve palsy during surgery for benign thyroid diseases: risk factors and outcome analysis. *Surgery* 2014; 155(3): 522–528.

7. Focquet A, Perea Y, Segura S, Ferron C, Malard O, Espitalier F. Diagnostic and prognostic contribution of laryngeal electromyography in unilateral vocal-fold immobility in adults. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2017 Feb;134(1):13–8
8. Harries ML, Morrison M. The role of stroboscopy in the management of a patient with a unilateral vocal fold paralysis. *J Laryngol Otol.* 1996 Feb;110(2):141.
9. Heman-Ackah YD, Barr A. The value of laryngeal electromyography in the evaluation of laryngeal motion abnormalities. *J Voice.* 2006 Sep;20(3):452–60.
10. Higgins TS, Gupta R, Ketcham AS, Sataloff RT, Wadsworth JT, Sinacori JT. Recurrent laryngeal nerve monitoring versus identification alone on post-thyroidectomy true vocal fold palsy: a meta-analysis. *Laryngoscope* 2011; 121(5): 1009–1017.
11. Hiramatsu H, Tokashiki R, Nakamura M, Motohashi R, Yoshida T, Suzuki M. Characterization of arytenoid vertical displacement in unilateral vocal fold paralysis by three-dimensional computed tomography. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2009 Jan;266(1):97–104.
12. Isshiki N. Mechanical and dynamic aspects of voice production as related to voice therapy and phonosurgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000 Jun;122(6):782–93.
13. Kao YC, Chen SH, Wang YT, Chu PY, Tan CT, Chang WD. Efficacy of voice therapy for patients with early unilateral adductor vocal fold paralysis. *J Voice.* 2017 Sep;31(5):567–75.
14. Lo CY, Kwok KF, Yuen PW. A prospective evaluation of recurrent laryngeal nerve paralysis during thyroidectomy. *Arch Surg Chic* 2000; 135(2): 204–207.
15. Marino M, Spencer H, Hohmann S, Bodenner D, Stack BC Jr (2014) Costs of outpatient thyroid surgery from the University Health System Consortium (UHC) database. *Otolaryngol Head Neck Surg* 150(2):762–769. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000254594.33408.b1>.
16. Mattei A, Desuter G, Roux M, Lee BJ, Louges MA, Osipenko E, et al. International consensus (ICON) on basic voice assessment for unilateral vocal fold paralysis. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2018 Feb;135(15): S11–5.
17. Mattioli F, Bergamini G, Alicandri-Ciuffelli M, Molteni G, Luppi MP, Nizzoli F, Grammatica A, Presutti L (2011) The role of early voice therapy in the incidence of motility recovery in unilateral vocal fold paralysis. *Logoped Phoniatr Vocol* 36:40–47.
18. Mattioli F, Menichetti M, Bergamini G, Molteni G, Alberici MP, Luppi MP, et al. Results of early versus intermediate or delayed voice therapy in patients with unilateral vocal fold paralysis: our experience in 171 patients. *J Voice.* 2015 Jul;29(4):455–8.
19. Nishida T, Nakao K, Hamaji M, Kamiike W, Kurozumi K, Matsuda H. Preservation of recurrent laryngeal nerve invaded by differentiated thyroid cancer. *Ann Surg* 1997; 226(1): 85–91.
20. Pei YC, Lu YA, Wong AMK, Chuang HF, Li HY, Fang TJ. Two trajectories of functional recovery in thyroid surgery related unilateral vocal cord paralysis. *Surgery.* 2020 Oct;168(4):578–585. doi: 10.1016/j.surg.2020.04.042. Epub 2020 Jun 28. PMID: 32605836.
21. Rickert SM, Childs LF, Carey BT, Murry T, Sulica L. Laryngeal electromyography for prognosis of vocal fold palsy: a meta-analysis. *Laryngoscope.* 2012 Jan;122(1):158–61.
22. Rosow DE, Sulica L. Laryngoscopy of vocal fold paralysis: evaluation of consistency of clinical findings. *Laryngoscope.* 2010 Jul;120(7):1376–82.
23. Rubin AD, Sataloff RT. Vocal fold paresis and paralysis. *Otolaryngol Clin North Am.* 2007 Oct;40(5):1109–31.
24. Sataloff RT, Praneetvatakul P, Heuer RJ, Hawkshaw MJ, Heman-Ackah YD, Schneider SM, et al. Laryngeal electromyography: clinical application. *J Voice.* 2010 Mar;24(2):228–34.
25. Sercarz JA, Berke GS, Ming Y, Gerratt BR, Natividad M. Videostroboscopy of human vocal fold paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1992 Jul;101(7):567–77.
26. Speyer R. Effects of voice therapy: a systematic review. *J Voice.* 2008 Sep;22(5):565–80.
27. Steurer M, Passler C, Denk DM, Schneider B, Niederle B, Bigenzahn W. Advantages of recurrent laryngeal nerve identification in thyroidectomy and parathyroidectomy and the importance of preoperative and postoperative laryngoscopic examination in more than 1000 nerves at risk. *Laryngoscope* 2002; 112(1): 124–133.
28. Sulica L, Blitzer A. Electromyography and the immobile vocal fold. *Otolaryngol Clin North Am.* 2004 Feb;37(1):59–74.
29. Wang W, Chen D, Chen S, Li D, Li M, Xia S, et al. Laryngeal reinnervation using ansa cervicalis for thyroid surgery-related unilateral vocal fold paralysis: a long-term outcome analysis of 237 cases. *PLoS One.* 2011 Apr;6(4): e19128.
30. Woodson GE. Configuration of the glottis in laryngeal paralysis. I: Clinical study. *Laryngoscope.* 1993 Nov;103(11 Pt 1):1227–34

© Захохов Руслан Максидович (Zakh_rus@mail.ru), Ловпаче Зарема Нуриединовна (tanka70@yandex.ru),
Тлупова Тамара Гумаровна (ttlu pova@gmail.com), Мукаев Асланбек Ахмедович (aslanbek.mukaev@mail.ru),
Теуважукова Диана Арсеновна (di.teu.00@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

БЕЗОПАСНОСТЬ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ: ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПРОБЛЕМЕ. ЧАСТЬ 1

SURGICAL CARE OF SAFETY: ELEMENTS OF A SYSTEM APPROACH TO THE PROBLEM. PART 1

**A. Karsanov
A. Kultciev
S. Maskin
A. Korovin
T. Derbentseva
O. Remizov**

Summary. Modern medicine is completely unsafe for patients and representatives of medical personnel. To a large extent, this is facilitated by the fact that almost everywhere in medical organizations there is no wide practice for accurate registration, analysis of the causes of unwanted medical events and timely adjustments to the further treatment process. The most important condition that can increase the efficiency of medical activities is the implementation of a systematic approach to improving patient safety. The review presents the main elements of a systemic solution to this problem in modern surgery, such as standardization, risk management and personnel management.

Keywords: surgery, patient safety, systems approach, standardization, risk management, personnel management.

Карсанов Алан Мухарбекович

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
(г. Владикавказ)
karsan@inbox.ru

Кульчиев Ахсарбек Азубеевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
(г. Владикавказ)
kulchiev.ahsarbek@yandex.ru

Маскин Сергей Сергеевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
(г. Волгоград)
maskins@bk.ru

Коровин Александр Яковлевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»
(г. Краснодар)
kutan52@mail.ru

Дербентцева Татьяна Викторовна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
(г. Волгоград)
TVDerbentseva@volgmed.ru

Ремизов Олег Валерьевич

Д.м.н., ректор ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
(г. Владикавказ)
oleg_remizov@mail.ru

Аннотация. Современная медицина до конца небезопасна для пациентов и представителей медицинского персонала. В немалой степени этому способствует то, что практически повсеместно в медицинских организациях отсутствует широкая практика по четкой регистрации, анализу причин нежелательных медицинских событий и внесению своевременных корректив в дальнейший лечебный процесс. Важнейшим условием, способным повысить эффективность медицинской деятельности является реализация системного подхода к повышению безопасности пациентов. В обзоре представлены основные элементы системного решения указанной проблемы в современной хирургии, такие как стандартизация, риск-менеджмент и управление персоналом.

Ключевые слова: хирургия, безопасность пациентов, системный подход, стандартизация, риск-менеджмент, управление персоналом.

Введение

Несмотря на широкое развитие информационных и специальных медицинских технологий, нельзя признать, что современная медицина до конца безопасна для пациента и для представителей медицинского персонала. Более 10 лет назад ВОЗ признала, что даже в развитых странах здоровью каждого десятого пациента причиняется вред во время его лечения в больнице [1].

Большинство из нежелательных медицинских событий клинически незначительны и не имеют серьезных последствий для исхода лечения [2]. Тем не менее, после изучения нежелательных последствий лечения в США было установлено, что от 44 до 98 тыс. пациентов стационаров погибли от так называемых “медицинских ошибок” [3, 4].

Настораживает, что даже в наше время практика по четкой регистрации, по поиску причин их возникновения и, главное, — по внесению разумных корректив в дальнейший лечебный процесс после выяснения причин произошедшего, пока не стала систематической повсеместно, в рамках общенациональных систем здравоохранения [5].

Можно быть уверенным, что вопрос профилактики и нивелирования последствий нежелательных событий в медицине выйдет на одно из первых мест по значимости. Ведь возрастающая финансовая нагрузка на систему здравоохранения страны или конкретной медицинской организации требует коренной перестройки организации лечебного процесса, основанной на культуре безопасности медицинской деятельности [6, 7].

Все сказанное выше относится в первую очередь к высокорисковым областям медицинской деятельности, а хирургия является одной из них [4, 8, 9]. Если ранее, исторически проблемы безопасности в клинике были вызваны недостатком наших знаний о ключевых факторах риска осложнений и несовершенством лечебных технологий, то в результате научно-технического прогресса подобные системные недостатки хирурга-ми успешно преодолевались [8, 10].

Ниже будут рассмотрены основные элементы системного принципа управления качеством и безопасностью хирургической помощи (БХП).

Стандартизация

Большинство из современных организационных подходов, направленных на повышение БХП, сводится к трем взаимодополняющим направлениям [11]:

- ◆ к созданию эффективной системы выявления и идентификации нежелательных клинических событий;
- ◆ к созданию конструктивного механизма по анализу и недопущению потенциальных рисков нежелательных событий;
- ◆ к разработке эффективных неотложных мер по нивелированию последствий негативных событий в процессе лечения каждого пациента.

В основу триединства ключевых направлений повышения БХП положен принцип стандартизации [11]. Стандартизация системы управления (менеджмента) качеством и безопасностью медицинской деятельности является сегодня прогрессивной моделью администрирования в медицине.

Согласно ГОСТ Р1.0–92, стандартизация — это деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области, посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих и потенциальных задач. Стандартизовано должно быть все то, что может быть измерено, зарегистрировано, подвергнуто анализу и усовершенствовано. Позитивным примером подобного подхода является использование хирургических чек-листов [12].

Причем важна не сама по себе стандартизация как унифицированный принцип организации маршрутизации когорт пациентов со схожей патологией или как принцип формирования групп однородных нозологий и тактики их диагностического (лечебного) сопровождения. Главным содержанием принципа стандартизации в медицине является соблюдение равнозначно высокого уровня понимания клинической сущности той или иной нозологии и технологий ее оздоровления всеми представителями хирургического сообщества, вне зависимости от государственных границ и экономического состояния отдельных стран, а тем более в рамках хирургической службы одного медицинского учреждения [10].

В контексте обсуждаемых прикладных вопросов качества и БХП этот краеугольный принцип означает стандартное и безусловное обеспечение высокого уровня качества и безопасности хирургического лечения, вне зависимости от любых, а их обычно при лечении хирургического пациента бывает несколько, приводящих обстоятельств [4].

В соответствии с Федеральным законом № 323ФЗ, допустимыми для совершенствования ориентирами для стандартизации структуры, процесса и технологической оценки результата лечебной деятельности должны быть: порядки, клинические рекомендации (являющи-

еся результатом предложений профессиональных общественных объединений специалистов) и стандарты оказания медицинской помощи (которые разрабатываются Минздравом РФ), именно в такой логической последовательности [6–8, 10, 11].

В формальном понимании для роста БХП хирургическая служба должна соответствовать целому ряду высоких стандартов [6, 7, 10]. Она должна быть стандартно укомплектована квалифицированными и высокомотивированными кадрами, современными изделиями медицинского назначения и технологиями оказания хирургической помощи [7, 11]. В ней стандартно должны соблюдаться и соответствующим образом оформляться права пациентов и медицинских работников. Должен быть внедрен высокий стандарт оценки и мониторинга качества и безопасности медицинской деятельности [6, 7, 10, 13].

Системный принцип стандартизации в медицинской отрасли должен распространяться на управленческие, инфраструктурные, клинические, образовательные, информационные и другие компоненты эффективного функционирования современной медицинской организации [10, 11, 13].

Одним из важных современных факторов повышения БХП является стандартизация в рамках доказательных принципов своевременной диагностики, эффективного лечения и ранней реабилитации пациентов [8, 10]. Не достаточно просто стандартизовать тактику диагностического сопровождения хирургических пациентов и разработать шаблоны выполнения процедур и оперативных вмешательств (по аналогии с повсеместно внедряемыми стандартными операционными процедурами) [14].

Ключевым принципом, предостерегающим медицинскую организацию от того, чтобы не превратить стандартизацию в стагнацию является понимание сущности процессного подхода к решению абсолютно всех основных и вспомогательных процессов, составляющих комплекс хирургической деятельности [10, 11]. Цикличность и научная наполненность последовательно производимых действий: планирования, реализации, анализа эффективности и совершенствования, является лаконичной, понимаемой всеми и запрограммированной на перманентное развитие формой существования высоких стандартов хирургической службы. С каждым новым циклом совершенствования утверждается более высокий уровень стандарта качества и БХП [10, 14].

Риск-менеджмент

В современной клинике должны быть внедрены современные методы идентификации личности и профи-

лактики падений пациентов. При трансфере пациентов между отделениями и при сменном характере работы персонала одного структурного подразделения необходимо соблюдать формализованные требования к процессу передачи клинической ответственности за пациента [7].

Говоря об основном, оперативном компоненте хирургического лечения, следует знать принципы профилактики рисков наиболее часто встречающихся осложнений у конкретной категории хирургических больных [10]. Так, как минимум, персонал хирургического отделения должен согласованно обеспечить:

- ◆ профилактику хирургических вмешательств ошибочной локализации;
- ◆ профилактику неконтролируемых геморрагий;
- ◆ профилактику любого вида инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи;
- ◆ профилактику венозных тромбоэмболических осложнений;
- ◆ профилактику получения электро-, термо-, баротравмы пациентом во время применения изделий медицинского назначения;
- ◆ не допустить возгораний в операционных помещениях и общего переохлаждения пациента;
- ◆ профилактику пролежней в послеоперационном периоде [10, 11, 12, 15].

Что еще может угрожать здоровью хирургического пациента? Мы не должны забывать, что хирургический пациент получает не только оперативное лечение, но разного объема медикаментозную терапию. Побочное действие лекарств и их сочетаний является задекларированной производителем данностью. Вот почему стандартизация принципов лекарственной безопасности и поиск эффективных технологий управления рисками сопроводительного по отношению к основному оперативному методу лечения каждого пациента — это важнейшие элементы организации хирургического лечения. Безусловно, никто не оправдает сотрудников хирургической службы, которые не соблюдают принципы лекарственной безопасности пациентов, поскольку эта категория нежелательных клинических событий всегда актуальна для абсолютно любой медицинской деятельности [6, 7].

Только из простого перечисления основных рисков и набора симметричных им превентивных действий, становится понятно, что заниматься в каждом лечебном случае суммированием разнохарактерных мероприятий по нивелированию патогенеза нежелательных событий и пытаться синхронно совместить различные по направленности усилия персонала смежных хирургических служб, не всегда продуктивно на практике [4, 10].

Слишком широкий диапазон действий необходимо производить с учетом важности соблюдения двух взаимопротиворечащих подходов: стандартизации обследования и предоперационной подготовки и персонализированного подхода к профилактике и лечению разнообразных осложнений [8, 12]. И в этом нам видится один из стержневых факторов неудач мероприятий по недопущению нежелательных медицинских событий в реальной практике. Риск-менеджмент или предупреждающая оценка риска опасной для пациента ситуации — это то, что в широком смысле должно быть положено в основу системного подхода к БХП [10, 16].

На сегодня повсеместно распространяются принципы научной организации хирургического процесса, базирующиеся на результатах исследований в рамках медицины, основанной на доказательствах [8, 16]. Причем в медицине давно уже стерты все условные границы между концептуальными подходами к достижению высокого качества и безопасности хирургической деятельности в системах здравоохранения разных стран [1, 5, 8, 10, 11]. Знания и медицинская наука развивается по единым для глобального пространства законам. Отличия между странами и, соответственно, между различными национальными моделями развития хирургии, состоит лишь в разном уровне материального и технического обеспечения реальной клинической практики.

Управление персоналом

При самой совершенной технологии лечебного процесса и высоком техническом обеспечении медицинской отрасли следует помнить, что влияние человеческого фактора и скрытых системных недостатков на конечный результат лечебной деятельности порой невозможно предугадать [1, 3–5]. Осознавать, что где-то есть примеры высокого и может быть даже наиболее высокого стандарта качества хирургической помощи, этого не достаточно для того, чтобы прогрессивные технологии были успешно внедрены в любой медицинской организации [3, 9, 10, 16]. Как минимум, для этого необходимо спланировать и в короткие сроки реализовать перспективно-ориентированную кадровую политику, логически запрограммированную на перманентное саморазвитие в рамках системы высоких стандартов качества и БХП, а это далеко не повсеместно возможно сделать [5, 10, 11].

Чтобы работа по основным корректирующим направлениям повышения БХП была стандартизована, от сотрудников хирургической службы современной медицинской организации требуется осознавать свою персональную ответственность в рамках ежедневных должностных обязанностей. Сегодня уже невозможно говорить о безопасности в таком хирургическом отде-

лении, где сотрудники не понимают необходимость совершенствования применяемых форм коммуникации и взаимодействия как между персоналом, так и с пациентами [7].

Эффективное управление деятельностью медицинского персонала является обязательным компонентом системных реформ в обеспечении высоких стандартов качества и безопасности хирургической помощи [5, 7, 10]. В реальности же не редки ситуации, когда новому руководителю приходится разрабатывать и реализовывать план развития хирургической службы с тем персоналом, который привык к прежним условиям работы, результат которой и привел к необходимости системных реформ [6, 7]. Вот почему освоение принципов эффективного управления медицинским персоналом является самым трудоемким, болезненным, длительным по продолжительности освоения первичных, базовых навыков прогрессивных “горизонтальных” производственных связей с представителями смежных служб и высокорискованным “предприятием” в части ожидания долгосрочных положительных результатов.

Искаженное личностное или коллективное мышление ретроградно ориентированного медицинского персонала можно сравнить с “бомбой замедленного действия”. Здесь подходит меткое выражение “...маленькая некомпетентность или незначительная оплошность одного сотрудника — это большая проблема для всей медицинской организации и смертельная опасность для каждого пациента”.

В слаженных, обученных коллективах роль каждого отдельного медицинского работника незаметна, до той поры, пока не случится личностный, человеческий “сбой” и сотрудник совершит непреднамеренное нежелательное действие. Мы можем наблюдать последствия таких личностных сбоев в самых разных сферах жизнедеятельности человека, однако наиболее тяжелые последствия таких ошибок для популяции бывают в сфере автотранспорта, гражданской авиации, атомной промышленности, в военной отрасли [5].

Однако в медицине тяжесть последствий для каждого пациента может быть столь же драматичной и не преодолимой, сколь она выглядит ничтожно малой, если судить по нашей национальной статистике учета подобных событий. И хотя в указанных выше областях деятельности человека давно разработаны технологии безопасности и недопущения ошибок, подобные явления не исключены именно ввиду человеческого фактора. Вот почему мы уверены, что качество и безопасность в современной хирургии нельзя обеспечить без постоянного совершенствования технологий управления хирургическим персоналом.

Заключение

Хирурги постоянно пытаются совершенствовать свое профессиональное мастерство. Совместно с представителями медицинской индустрии они разрабатывают и внедряют передовые, а значит наиболее безопасные для пациента, технологии оказания помощи при самых сложных клинических ситуациях и у самых отягощенных коморбидностью категорий больных. Важнейшим этапом на этом пути становится признание факта нефатальности и предотвратимости нежелательных последствий хирургического лечения. Так, к примеру, в нашей стране было с проектом *“Территория безопасности от венозных тромбозэмболических осложнений”*.

При широком взгляде на лечебную деятельность в рамках международных систем стандартизации клинических разделов медицинской отрасли становится очевидным, что хирургия является одной из важнейших сфер профессиональной деятельности, требующих непрерывного повышения безопасности пациентов.

Важность системного восприятия и решения проблем повышения безопасности лечения вытекает из стандартизации четырех направлений последовательных действий хирургического коллектива, базирующихся на процессном подходе:

- ◆ предупреждающей оценки риска опасной ситуации,
- ◆ своевременного выявления нежелательного клинического события,
- ◆ нивелирования его последствий,
- ◆ тщательного анализа причин осложнения и внесения срочных, а главное — конструктивных кор-

ректив в технологический процесс, что должно восприниматься и внедряться в медицинской организации как новый, более высокий стандарт БХП. В этом суть проактивного подхода к любой проблеме, в отличие от реактивного, ретроградного по сути и распространенного в большинстве медицинских организаций страны, в рамках прежних регламентирующих документов.

Может возникнуть вполне резонный вопрос, а кто и в рамках каких должностных обязанностей должен руководить системным подходом к обеспечению безопасности хирургического лечения в конкретной медицинской организации? Конечно — это руководитель хирургической службы медицинской организации. Но есть ли у него нужные компетенции?

Для нашей страны ответ достаточно простой и здесь мы поддерживаем усилия государственных органов управления здравоохранением в том, что руководители медицинских подразделений и служб, помимо подготовки по своей клинической специальности, должны получить образование по специальности *“общественное здоровье и организация здравоохранения”*. Их подготовка должна быть акцентированной в первую очередь на современных технологиях управления в здравоохранении в форме непрерывного медицинского образования.

Таким образом, главный вывод из анализа основных элементов системного подхода к повышению качества хирургической деятельности состоит в том, что улучшение уровня организации клиники и постоянное совершенствование медицинского персонала являются залогом непрерывного роста безопасности пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность пациента / пер. с англ. под ред. Е.Л. Никонова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 174 с.
2. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Трошина Е.А. и др. Объемные образования надпочечников (диагностика и дифференциальная диагностика). Методические рекомендации для врачей, оказывающих специализированную медицинскую помощь (сокращенный вариант) // *Consilium medicum*. — 2009. — № 12. — С. 76–94.
3. Medical errors in the USA: human or systemic? // *The Lancet*. — № 2011. — № 377(9774). — P. 1289.
4. Stahel P.F., Mauffrey C., Butler N. Current challenges and future perspectives for patient safety in surgery // *Patient Saf. Surg.* — 2014. — № 8. — P. 9. DOI: org/10.1186/1754-9493-8-9
5. Повышение качества медицинской помощи и безопасности пациентов в медицинских организациях: наглядное руководство / Под. ред. Панисар С.С. и др. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 160 с.
6. Мурашко М.А. Качество медицинской помощи: пора меняться // *Вестник Росздравнадзора*. — 2017. — № 1. — С. 10–21.
7. Мурашко М.А., Иванов И.В., Князюк Н.Ф. Основы обеспечения качества и безопасности медицинской деятельности. М.: Вива-Стар, 2020. 406 с.
8. Кубышкин В.А. Безопасная хирургия и клинические рекомендации // *Хирургия*. — 2014. — № 5. — С. 4–6.
9. Мяконький Р.В., Иванченко С.В. Опорные симптомы острого аппендицита // *Альманах Института хирургии им.А.В. Вишневского*. — 2017. — № 2. — С. 129.
10. Карсанов А.М. Система менеджмента качества и безопасность пациента в хирургии // *Вестник Росздравнадзора*. — 2017. — № 6. — С. 52–56.
11. Ройтберг Г.Е., Кондратова Н.В. Медицинская организация по международным стандартам качества: практическое руководство по внедрению. М.: МЕДпресс-информ, 2018. 150 с.

12. Тимербулатов В.М., Тимербулатов Ш.В. Обеспечение безопасности в хирургии // Вестник хирургии. — 2017. — № 2. — С. 83–85.
13. Полянцев А.А., Мьяконький Р.В. Историческая связь русской и немецкой хирургии // Вестник Гипократа. — 2006. — № 1. — С. 79
14. Линденбратен А.Л., Сидоренко Н.В., Гололобова Т.В., Шестопалова Т.Н. Роль стандартов операционных процедур в управлении качеством медицинской деятельности // Вестник Росздравнадзора. — 2018. — № 6. — С. 40–44.
15. Карпов О.Э., Ветшев П.С., Даминов В.Д. и др. Цифровые технологии в клинической хирургии и реабилитации // Хирургия. — 2017. — № 1. — С. 4–14.
16. Быков А.В., Мьяконький Р.В., Петров А.В., Панкратов А.И. Аппендэктомия как предиктор профессионализации начинающего хирурга в условиях экстренной хирургии // Альманах Института хирургии им.А.В. Вишневского. — 2017. — № 3. — С. 132.

© Карсанов Алан Мухарбекович (karsan@inbox.ru), Кульчиев Ахсарбек Агубеевич (kulchiev.ahsarbek@yandex.ru),
 Маскин Сергей Сергеевич (maskins@bk.ru), Коровин Александр Яковлевич (kuman52@mail.ru),
 Дербенцева Татьяна Викторовна (TVDerbentseva@volgmed.ru), Ремизов Олег Валерьевич (oleg_remizov@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Владикавказ

БЕЗОПАСНОСТЬ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ: ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПРОБЛЕМЕ. ЧАСТЬ 2

SURGICAL CARE OF SAFETY: ELEMENTS OF A SYSTEM APPROACH TO THE PROBLEM. PART 2

A. Karsanov
A. Kultciev
S. Maskin
A. Korovin
T. Derbentseva
O. Remizov

Summary. Providing high-quality and safe surgical treatment in accordance with modern requirements is a complex, multicomponent and resource-intensive process that places special demands on the qualifications of medical personnel at all levels. The review considers the principles of improving the internal quality control and safety of medical activities in relation to the work of the surgical service. It is especially important to have the ultimate strength of the healthcare system during a period of force majeure, which includes the COVID-19 pandemic. One of the ways to do this is to stimulate the professional growth of surgeons in the direction of mastering the principles of management in clinical work.

Keywords: surgery, patient safety, systems approach, standardization, quality control.

Карсанов Алан Мухарбекович

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
(г. Владикавказ)
karsan@inbox.ru

Кульчиев Ахсарбек Азубеевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
(г. Владикавказ)
kulchiev.ahsarbek@yandex.ru

Маскин Сергей Сергеевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
(г. Волгоград)
maskins@bk.ru

Коровин Александр Яковлевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»
(г. Краснодар)
kutan52@mail.ru

Дербентцева Татьяна Викторовна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
(г. Волгоград)
TVDerbentseva@volgmed.ru

Ремизов Олег Валерьевич

Д.м.н., ректор ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
(г. Владикавказ)
oleg_remizov@mail.ru

Аннотация. Обеспечение качественного и безопасного хирургического лечения в соответствии с современными требованиями — это сложный, многокомпонентный и ресурсоемкий процесс, предъявляющий особые требования к уровню квалификации медицинского персонала всех уровней. В обзоре рассмотрены принципы совершенствования внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности, применительно к работе хирургической службы. Особо актуально иметь предел прочности системы здравоохранения в период форс-мажорных обстоятельств, к которым относится пандемия COVID-19. Одним из путей к этому является стимулирование профессионального роста хирургов в направлении освоения принципов менеджмента в клинической работе.

Ключевые слова: хирургия, безопасность пациентов, системный подход, стандартизация, контроль качества.

Введение

Обеспечение качественного и безопасного хирургического лечения — это сложный, многокомпонентный и ресурсоемкий процесс, поскольку современная хирургия является не только одной из наиболее научно и технологически зависимых областей практической медицины, но и предъявляет высокие и постоянно растущие требования к уровню квалификации медицинского персонала всех уровней [1, 2].

Многообразные сферы хирургической практики объединяет то, что именно вопросы безопасности всей клинической деятельности, особенно пациентов, а в последнее время и медицинских работников, становятся второй после качества/эффективности лечения стратегической задачей [3].

По сводной статистике в развитых странах разной степени тяжести нежелательные госпитальные события случаются у каждого третьего пациента [4]. При этом одной из главных трудностей на пути преодоления архаичной практики по сокрытию подобных нежелательных, хотя порой и неизбежных, клинических событий, является коллективная незаинтересованность в четкой регистрации осложнений лечения по всему миру [5].

Это легко понять из материалов “Агентства по исследованиям в области качества здравоохранения” США (*Agency for Healthcare Research and Quality*), поскольку отчеты по подобным событиям добровольны и не имеют обязательного характера публичности. Вот почему допускается вероятность, что в реальности не регистрируется около 90% таких неблагоприятных событий [3, 5, 6].

Именно согласованный повсеместный принцип организации регистрации, анализа и разработки технологий недопущения нежелательных медицинских событий в будущем, должен быть реализован в качестве первоочередного в хирургической службе каждой медицинской организации [7–9]. Ниже мы продолжим рассматривать основные элементы системного принципа управления качеством и безопасностью современного хирургического процесса.

Внутренний контроль качества

Говоря о понятии “безопасность пациентов” (БП), следует учитывать мировой опыт формирования этого понятия. По одной из точек зрения, БП — это раздел современной медицины и политики здравоохранения, занимающийся мониторингом и анализом негативных последствий, вызванных воздействием лечения или

применением лекарственных средств и медицинских технологий [1]. Разработка принципов повышения БП положена системами здравоохранения ведущих стран в основу повышения качества лечения [3].

Применительно к БП есть одно важное обстоятельство. Понятие качества лечения более осязаемо, поскольку предполагает достижение всеми участниками лечебного процесса, и пациентом и медицинскими работниками, общего стратегического результата. Таковым может быть, к примеру — проведение диагностического исследования, излечение от конкретного заболевания, завершение одного курса при многоэтапном лечении, как в онкологической практике, и многие другие лечебные компоненты [10]. Критерии обеспечения качественной медицинской помощи в данных случаях понимаются всеми сторонами практически одинаково [3, 5–7, 10].

Если же мы попробуем охарактеризовать категорию “безопасность пациентов”, то столкнемся с целым рядом трудностей концептуального и дефинитивного свойства. И причин этому может быть не мало. Так одним из главных препятствий к единому пониманию сущности БП является отсутствие общепринятого определения этой медицинской категории [3, 4, 7].

Второй причиной является то, что практически повсеместно в мире отсутствует стандартизованная форма отчетности и учета нежелательных медицинских событий, что может являться следствием и, в то же время, причиной искаженного понимания эпидемиологии таких явления в большинстве стран мира [1, 4, 10].

Вполне понятно, что подобное состояние приведет к перегибам в обе стороны, как в сторону недоучета, так и в сторону избыточной регистрации медицинских ошибок [4, 11]. Для нашей страны это особенно актуально, поскольку похвастаться наличием традициями и стабильной практикой регистрации нежелательных событий мы не можем [11]. В качестве наглядного примера приведем официальную частоту внутрибольничного инфицирования в РФ (23–25 тыс. случаев в год или 0,08% от общего числа госпитализаций) и в США (1,7–2,0 млн. случаев в год или 4,7–10,5% от общего числа госпитализаций в разные годы). Налицо катастрофическая ситуация с регистрацией, учетом, анализом и предотвращением подобных осложнений стационарного лечения [11].

Этому плачевному явлению довольно много причин, но одну, системную по сути, можно назвать сразу. Все дело в том, что исходно все неудачи в медицинской отрасли традиционно относили за счет издержек человеческого фактора [1, 4, 5]. В тех медицинских организа-

циях, где учет, разбор и реализация мер по устранению нежелательных событий проводились на постоянной основе, объектом корректирующих мероприятий становился медицинский работник или целое структурное подразделение, в котором подобное явление было допущено. И это было главным заблуждением, поскольку набор принятых ответных мер, например, в рамках работы врачебной комиссии по контролю качества медицинской помощи, был до последнего времени ограничен мероприятиями административного, экономического, дисциплинарного характера [5, 7, 10]. Да и эффективность такого подхода была крайне низкой, поскольку никакого существенного прогресса в практическом здравоохранении не было достигнуто, что видно на примере инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи [11].

Практика показала, что частые либо редкие, но взаимосвязанные нежелательные события (врачебные ошибки) в медицине являются проявлением системных проблем, а отнюдь не личностной профессиональной некомпетентности [5, 10]. Исправление подобной ситуации в медицинском учреждении — это задача организационно характера. В этой связи показательна точка зрения Аведиса Донабедиана (США), который, сталкиваясь с подобными явлениями в своей практической деятельности, писал: "...систематическое изучение всех значимых факторов в организации медицинской деятельности диктует необходимость формирования новой парадигмы качества, парадигмы, основанной на системном мышлении" [12].

Предполагается, что ситуация с недопущением некачественных и небезопасных действий в медицинской отрасли должна измениться с сентября 2019 г., когда вступил в силу приказ Минздрава России № 381н «Об утверждении Требований к организации и проведению внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности» [13]. Надежды эти были основаны на том, что с появлением этого приказа в нашей стране изменилась парадигма проведения внутреннего контроля качества и безопасности медицинской помощи и появилась законная возможность вносить организационные изменения и, как минимум, расширять значимость мероприятий образовательного характера. На смену ему с 1 января 2021 г. был издан Приказ № 785н с одноименным названием и с сохраненной содержательностью и преемственностью.

Главным значением обоих документов для реформирования отношения медицинской общественности к современной хирургической практике, по нашему мнению является то, что с их выходом устранены препятствия для реализации современной концепции менеджмента (управления) качеством лечения в хирур-

гии. Процессы разработки и имплементация лучших практик в хирургической сфере, внесения конструктивных организационных изменений в деятельность профильной службы, формирования зрелой пациент-ориентированной корпоративной культуры должны быть организационной основой перманентного прогресса в хирургии [7, 13].

Прогрессивная модель повышения качества и БП в хирургии состоит в том, что ответственность за нежелательные события вследствие медицинской деятельности должна возлагаться на структурные, процессные и оперативные недостатки системы организации функционирования всего медицинского учреждения, а не на отдельных медицинских работников или коллективы структурных подразделений [7, 10, 13].

О роли форс-мажорных обстоятельств в хирургии

Выше были представлены направления приложения системных, организационных усилий по совершенствованию основных структурных компонентов и технологических элементов целостной системы повышения безопасности хирургической деятельности [1, 3, 5, 10]. Однако и в эту, достаточно стройную и согласованную систему организации и реализации хирургической помощи населению планеты, могут довольно неожиданно вмешаться внешние и труднопреодолимые без разработки системного подхода обстоятельства. В качестве свежего примера достаточно напомнить, какое давление испытывают системы здравоохранения абсолютно всех стран в период пандемии новой коронавирусной инфекции, что к процессу обеспечения качественной хирургической помощи относится далеко не в последнюю очередь [14].

Во всех странах существенно изменилась логистика, маршрутизация и практика оказания различных видов специализированной медицинской помощи. В этой связи далеко не всегда можно утверждать, что процесс оказания хирургической помощи не пострадал, а качество выполнения хирургических вмешательств не снизилось [15]. Кроме того, из новых глобальных реалий безопасность пациентов не могла не подвергаться повышенному риску из-за сокращения объемов плановой и значительной редукции условий и характера оказания экстренной хирургической помощи [14].

Хирургам во всех странах не привыкать работать в условиях многовекторного давления и быстро меняющейся обстановки [3, 8, 9]. Временное ограничение использования современной хирургической техники и существенное изменение кадрового состава хирургической службы, как это происходило из-за необходи-

мости срочного формирования из врачей различных специальностей сотрудников инфекционных госпиталей, не могло не сказаться негативно на качестве и безопасности хирургической помощи [14].

Как и то, что в связи с неизбежностью перераспределения функций по обеспечению неотложной хирургической помощи в субъектах Российской Федерации, изменилась маршрутизация хирургических пациентов в регионе и значительно возросла нагрузка на хирургическую службу медицинских организаций, которые традиционно не практиковали в условиях большой интенсивности неотложной медицины и в значительных объемах в “доковидный период”.

Здесь следует напомнить, что современная хирургическая помощь невозможна без использования широкого спектра разнообразных технологий и высокого уровня технического оснащения, позволяющих минимизировать физиологические последствия операционной травмы [15]. Именно фактор использования хирургическим персоналом минимально инвазивных технологий способен нивелировать высокие риски при форс-мажорных обстоятельствах. Высокая индивидуальная квалификация персонала значительно повышает “запас прочности” прогрессивной формы организации всей работы хирургической службы в подобных форс-мажорных обстоятельствах [3, 14, 15].

Непрерывное совершенствование — залог безопасности в хирургии

Наименее прогнозируемые и трудноустраняемые нежелательные события в медицине становятся результатом отнюдь не халатности или плохой подготовки медицинского персонала, а латентных системных причин [1, 4, 5]. Хотя проявляются подобные дефекты в клинической работе именно при искажении элементарных технических навыков представителями медицинского персонала [1, 3, 5, 10, 15]. Можем ли мы что-нибудь этому противопоставить, основываясь на современном понимании генеза “медицинских ошибок” в хирургии?

Среди основных принципов по предупреждению и адекватному купированию нежелательных клинических событий в хирургии должны быть следующие положения [3, 5, 10, 15, 16]:

- ◆ обеспечение безопасности хирургических пациентов должно стать генеральной целью и критерием профессиональной пригодности руководителей отдельных медицинских организаций (хирургических служб) и профессионального хирургического сообщества в целом;
- ◆ ключевой технологический принцип обеспечения высокого качества и максимально возможно-

го уровня безопасности хирургического лечения состоит в том, чтобы действия всех участников оказания хирургической помощи в медицинской организации были стандартизированы, согласованы между собой, контролируемы и управляемы в реальном режиме времени;

- ◆ должна быть сформирована культура безопасности хирургической деятельности, базирующаяся на понимании значимости системных изменений не только в базовом образовательном процессе, но и в абсолютной необходимости непрерывного повышения специальных компетенций на рабочем месте, например в виде регулярных коротких курсов обучения или в постоянном надзоре подготовленных супервайзеров;
- ◆ постоянной сферой управленческого интереса руководителей всех уровней должна быть проблема эмоционального (профессионального) выгорания медицинских работников, решение которой лежит в плоскости создания многоэтапного, системного механизма по защите наших коллег, а значит и наших пациентов, от последствий этого синдрома;
- ◆ технологии управления хирургическим персоналом должны быть направлены на устранение причин профессионального выгорания и, как следствие, — на скрытые, глубинные несоответствия между ценностями отдельных сотрудников и требованиями развивающейся хирургической службы.

Все выше перечисленное как целостная система повышения безопасности хирургического лечения пока не является предметом пристального профессионального интереса хирургов и организаторов хирургической службы, а сами эти системные принципы повышения качества и безопасности профессиональной деятельности недостаточно отражены в подавляющем большинстве образовательных программ по специальности “хирургия”. Вот почему назрела необходимость расширить область профессионального совершенствования хирургов в направлении освоения принципов менеджмента (управления) в клинической работе [15, 16].

Заключение

На современном этапе своего непрерывного развития хирургия как область необходимой человечеству научно-практической деятельности пока не избавилась от довольно высоких рисков нежелательных клинических событий. Хотя наши коллеги по всему миру очень пристально изучают эпидемиологию и факторы риска сопутствующих хирургическому лечению негативных последствий, формируя разнообразные по на-

правлению основных усилий превентивные стратегии недопущения подобных явлений, эмфазой крайне высокого риска в хирургии остается такое неприятное всем определение, как “врачебная ошибка”.

В результате пристального внимания законодателей, отраслевых регуляторов, профессионального хирургического сообщества и пациентских организаций актуальность разработки технологий недопущения и нивелирования последствий нежелательных событий в хирургии выйдет на одно из первых мест по своей значимости. Ведущая роль в этом процессе должна принадлежать самим хирургам и нашим коллегам анестезиологам-реаниматологам, поскольку обеспечение безопасности периоперационного периода — это проблема хоть и комплексная, но вполне научно объяснимая и эффективно изучаемая. Это наиболее точно вытекает из лаконичности определения понятия, введенного академиком А.А. Бунятыном: “операционно-анестезиологический риск”.

Помимо этого, в рядах экспертов сейчас актуально начать обсуждение действующих принципов т.н. “профессиональной иерархии”. Ни для кого не секрет, что качество и умелая расстановка имеющихся у руководителя медицинской организации руководящих хирургических кадров, могут иметь решающее значение для успешных перспектив всего учреждения здравоохранения. И это с учетом того, что про высокую текучесть управленческого кадрового состава в отрасли сказано в последнее время достаточно много негативного.

Для медицинской отрасли будет не лишним обратиться к принципу “меритократии”, поскольку это универсальный принцип современного управления в претендующей на прогресс сфере деятельности человека, согласно которому руководить должен наиболее достойный и заслуживший это право своими профессиональными результатами. Тем более в хирургии, где претендовать на руководство профильной службой или структурным подразделением должен лишь специалист с навыками лидера в широком и прогрессивном понимании.

Высокий уровень самостоятельности интеллекта для руководителя хирургической службой абсо-

лютно необходим. В практической работе это условие важно для того, чтобы создать в медицинской организации эффективно функционирующий механизм наименее регламентированного отраслевым регулятором направления профилактики медицинских неудач — риск-менеджмента. Другим важным показателем профессиональной компетентности лидеров хирургического мнения является умение управлять вверенным ему персоналом. Никколо Макиавелли писал: “...тот, кто хочет, чтобы ему подчинялись, должен уметь командовать”.

Мы вкладываем в умение управлять коллективом способность ставить новые, но достижимые задачи. Здесь задачи руководителя более разнообразны, но имеет смысл начать с обсуждения в коллективе и осознания специалистами двух важных метакогнитивных феноменов: эффекта Даннинга–Крюгера и закона Йеркса–Додсона.

В первом из них заложено, что “...образованные люди полны сомнений, а неучи полны уверенности”. С повышением уровня понимания проблемы человеком, его мнение о собственной компетентности в данном вопросе снижается до того момента, пока он не станет действительно профессионально оценивать вопрос и далее самооценка справедливо повышается.

Согласно второму — наилучшие результаты достигаются при среднем (оптимальном) уровне мотивации человека. Стоит его “недомотивировать” или чрезмерно побуждать к росту производственных результатов и ожидаемого улучшения качества и безопасности хирургической деятельности не будет. Во втором же случае, что еще пагубнее, можем вызвать у сотрудников рост эмоционального выгорания.

Таким образом, хирургическая деятельность вряд ли когда-нибудь станет абсолютно безопасной, но на пути к безопасности клинической деятельности хирургическая служба каждой медицинской организации должна все время улучшаться. Именно повышение уровня организации всей хирургической клиники является потенциальным залогом роста безопасности наших пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность пациента / пер. с англ. под ред. Е.Л. Никонова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 174 с.
2. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Трошина Е.А. и др. Объемные образования надпочечников (диагностика и дифференциальная диагностика). Методические рекомендации для врачей, оказывающих специализированную медицинскую помощь (сокращенный вариант) // Consilium medicum. — 2009. — № 12. — С. 76–94.
3. Stahel P.F., Mauffrey C., Butler N. Current challenges and future perspectives for patient safety in surgery // Patient Saf. Surg. — 2014. — № 8. — P. 9. DOI: org/10.1186/1754-9493-8-9

4. Makary M.A., Daniel M. Medical error — the third leading cause of death in the US // *BMJ*. — 2016. — № 353. — P. 2139.
5. Повышение качества медицинской помощи и безопасности пациентов в медицинских организациях: наглядное руководство / Под. ред. Панисар С.С. и др. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 160 с.
6. Бельцевич Д.Г., Солдатова Т.В., Кузнецов Н.С. и др. Дифференциальная диагностика инцидентом надпочечников // *Проблемы эндокринологии*. — 2011. — № 6. — С. 3–8.
7. Мурашко М.А. Качество медицинской помощи: пора меняться // *Вестник Росздравнадзора*. — 2017. — № 1. — С. 10–21.
8. Быков А.В., Мяконький Р.В., Петров А.В., Панкратов А.И. Аппендэктомия как предиктор профессионализации начинающего хирурга в условиях экстренной хирургии // *Альманах Института хирургии им.А.В. Вишневского*. — 2017. — № 3. — С. 132.
9. Полянцева А.А., Мяконький Р.В. Историческая связь русской и немецкой хирургии // *Вестник Гипократа*. — 2006. — № 1. — С. 79
10. Ройтберг Г.Е., Кондратова Н.В. Медицинская организация по международным стандартам качества: практическое руководство по внедрению. М.: МЕДпресс-информ, 2018. 150 с.
11. Яковлев С.В., Суворова М.П., Белобородов В.Б. и др. Распространенность и клиническое значение нозокомиальных инфекций в лечебных учреждениях России: исследование ЭРГИНИ // *Антибиотики и химиотерапия*. — 2016. — №№ 5–6. — С. 32–42.
12. Donabedian A. Evaluating the quality of medical care // *Milbank Memorial Fund Quarterly*. — 1966. — № 3. — P. 166–206.
13. Мурашко М.А., Серегина И.Ф., Иванов И.В. и др. Новые требования к медицинским организациям по проведению внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности: содержание, цели, перспективы // *Вестник Росздравнадзора*. — 2019. — № 6. — С. 7–14.
14. Федоров А.В., Курганов И.А., Емельянов С.И. Хирургические операции в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // *Хирургия*. — 2020. — № 9. — С. 92–101.
15. Карсанов А.М., Полунина Н.В., Гогичаев Т.К. Безопасность пациентов в хирургии. Часть 1: концептуальные основы проблемы // *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. — 2018. — № 4. — С. 47–55.
16. Карсанов А.М. Система менеджмента качества и безопасность пациента в хирургии // *Вестник Росздравнадзора*. — 2017. — № 6. — С. 52–56.

© Карсанов Алан Мухарбекович (karsan@inbox.ru), Кульчиев Ахсарбек Агубеевич (kulchiev.ahsarbek@yandex.ru), Маскин Сергей Сергеевич (maskins@bk.ru), Коровин Александр Яковлевич (kuman52@mail.ru), Дербенцева Татьяна Викторовна (TVDerbentseva@volgmed.ru), Ремизов Олег Валерьевич (oleg_remizov@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Владикавказ

ВЛИЯНИЕ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ТКАНЕЙ ПАРОДОНТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

INFLUENCE OF ORTHODONTIC TREATMENT ON THE STATE OF PERIODONTAL TISSUES

Z. Kerefova
M. Tkhazaplizheva
K. Shkhagapsoeva
L. Kardanova
K. Kardanova

Summary. When carrying out orthodontic treatment, which is accompanied by complex reactive processes, a number of complications may develop in the tissues. Moreover, each stage of treatment is associated with certain risks. Many of them can develop for various reasons not related to orthodontic treatment, but when using orthodontic appliances, the risk of their development is higher, including the risk of iatrogenic pathology. These include changes in the color of the enamel of the teeth around the braces, the formation of chalky spots and enamel defects, hyperesthesia, as well as gingivitis and local periodontitis. This requires an in-depth study.

Keywords: orthodontic treatment, complications, periodontal tissues.

Керефова Зарина Витальевна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х.М. Бербекова»
zarinakeref@mail.ru

Тхазаплизева Марина Тулевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х.М. Бербекова»
mar_tul25@mail.ru

Шхагапсоева Карина Аслановна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х.М. Бербекова»
Karina.denta@mail.ru

Карданова Лариса Владимировна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х.М. Бербекова»
kard-77@yandex.ru

Карданова Карина Хасанбиевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х.М. Бербекова»
kardanovakarina@mail.ru

Аннотация. При проведении ортодонтического лечения, которое сопровождается сложными реактивными процессами, в тканях возможно развитие ряда осложнений. При этом каждый этап лечения связан с определенными рисками. Многие из них могут развиваться по различным причинам, но при использовании ортодонтических аппаратов риск их развития выше, в том числе и риск возникновения ятрогенной патологии. К ним можно отнести изменения цвета эмали зубов вокруг брекетов, образование меловидных пятен и дефектов эмали, гиперестезия, а также гингивит и локальный пародонтит. Это требует проведения углубленного изучения.

Ключевые слова: ортодонтическое лечение, осложнения, ткани пародонта.

Аномалии зубочелюстной системы широко распространены среди взрослого населения. По данным ранее проведенных исследований распространенность зубочелюстных аномалий среди взрослого населения составила 82%. В результате эпидемиологического исследования была выявлена высокая нуждаемость в ортодонтическом и ортопедическом лечении обследованных в возрасте 18–45 лет. В группе 18–25 лет частота зубочелюстных аномалий составила 40,7%, дефектов зубных рядов — 27,18%. В группе 26–45 лет зубочелюстные аномалии встречаются в 68,96%, дефекты зубных рядов — в 75,86% случаев. В последнее время к врачу-ортодонту довольно часто обращаются пациенты с зубочелюстными аномалиями в возрасте

от 18 до 40 лет, с более выраженными клиническими проявлениями патологии прикуса, чем у детей и подростков. Это объясняется тем обстоятельством, что у взрослых пациентов аномалии и деформации часто осложняются частичной потерей зубов, перегрузкой пародонта и деформациями жевательной поверхности. С возрастом частота зубочелюстных аномалий увеличивается, что обусловлено потерей зубов [14,18].

Установлено, что высокая частота аномалий зубочелюстной системы у взрослых связана с высоким распространением аномалий, малым охватом и недостаточной эффективностью их лечения и реабилитации среди детского населения. Серьезные недостатки в организа-

ции профилактики и лечения аномалий зубочелюстной системы в детском возрасте и, практически отсутствия у взрослого населения, приводят к ранней потере значительного числа зубов и высокой нуждаемости в ортопедической помощи взрослого населения [13].

Ортодонтическое лечение, как способ устранения патологии прикуса и аномалий положения зубов, сопровождается сложными реактивными процессами в тканях и, в тоже время, является фактором риска появления ятрогенной патологии, что требует углубленного изучения [16]. В настоящее время проводятся исследования молекулярных механизмов влияния ортодонтического лечения на состояние тканевых структур пародонта [5].

При проведении ортодонтического лечения, как и при любом методе лечения в медицине, возможно развитие различных осложнений. При этом каждый этап лечения связан с определенными рисками. Многие из них могут развиваться и без лечения, но при использовании ортодонтических устройств риск их развития возрастает [6].

Интенсивное развитие методов ортодонтического лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями, а также значительное повышение эффективности несъемной ортодонтической техники не исключили риск возникновения различных осложнений в процессе проводимого лечения у пациентов данной категории, о чем убедительно свидетельствует их высокий процент — от 32,7 до 50%. К таким осложнениям относятся: изменения цвета эмали зубов вокруг брекетов, образование белых пятен и дефектов эмали, гиперестезия отдельных зубов после удаления брекетов, гингивит, пародонтит. Отсутствие адекватной оценки состояния пародонта приводит к обострению уже имеющегося патологического процесса, что является осложнением, которое необходимо своевременно купировать для предупреждения дальнейшего прогрессирования патологического процесса в пародонте. Риск развития осложнений со стороны пародонта при проведении лечения с применением несъемной ортодонтической техники достаточно высок и составляет 20–38% и выше. Выявлено, что в процессе ортодонтического лечения через 3–4 месяца после фиксации несъемной техники у 27% пациентов были отмечены воспалительные изменения в тканях пародонта. При обследовании этих пациентов в пришеечной области коронок зубов обнаруживали значительное скопление мягкого зубного налета, отложение зубного камня, отмечали гиперемии и отечность десны, а также ее кровоточивость при зондировании разной степени выраженности. Это является свидетельством развития выраженного воспалительного процесса в тканях пародонта. Наличие

в полости рта брекетов, колец, дуг и лигатур значительно затрудняет проведение обычных гигиенических процедур, и тем самым создает условия для развития в пародонте воспалительного процесса. В связи с этим необходима объективная оценка состояния тканей пародонтального комплекса с использованием цитоморфометрии до лечения, во время и после лечения и проведение необходимой терапии для предупреждения или купирования уже развившихся воспалительных осложнений. Столь частое развитие осложнений, определяющих высокую актуальность этой проблемы, требует к себе самого пристального внимания в плане своевременной диагностики и лечения совместно со специалистами смежных специальностей (в частности, пародонтолога) [2,6].

Присутствующая в полости рта ортодонтическая аппаратура определяет два направления изменений в пародонте. Первое заключается в физиологическом преобразовании пародонтальных ультраструктур, что приводит к передвижению зубов в нужной ориентации; второе — отрицательное воздействие экзогенных и эндогенных факторов, а именно: общесоматический статус, в частности гормональный фон; гигиеническое состояние полости рта и др. [4].

Лечение зубочелюстных аномалий и деформаций проводят с помощью съемной и несъемной ортодонтической техники. Состояние тканей пародонта при ортодонтическом лечении с применением несъемной аппаратуры определяют 3 основных фактора: перестройка структур, связанная с перемещением зубов; общесоматический статус, гигиеническое состояние полости рта.

На все различные воздействия организм всегда реагирует как единая сложная система. В ответ на механическое раздражение ортодонтическими аппаратами различных конструкций, в клетках тканей возникает возбуждение. Это возбуждение представляет собой сложную биологическую реакцию, которая проявляется в совокупности физических, физико-химических, химических процессов и функциональных изменений. Под воздействием ортодонтических аппаратов, на различных этапах лечения, возникающие процессы рассасывания и построения костной ткани, протекают одновременно, с преобладанием того или иного процесса [25].

Ортодонтическое лечение, направленно на исправление аномально расположенных зубов, их скученности, нормализацию прикуса и преследует цель равномерного распределения жевательной нагрузки на пародонт. Наряду с этим оно является фактором, провоцирующим заболевания пародонта вследствие ухудшения гигиены полости рта при ношении ортодон-

тической аппаратуры, а также перемещения зубов. Это влияет на состояние окружающих зубы тканей и в ряде случаев вызывает развитие таких осложнений как хронический катаральный и гипертрофический гингивит, пародонтит. Клинически значимые осложнения ортодонтического лечения встречались у 32,32% пациентов, обратимые осложнения определялись в 18,77% случаев, необратимые нарушения выявлялись у 13,54% обследованных. Осложнения, связанные с применением съемных аппаратов, наблюдались у 24,72% больных, осложнения при использовании несъемной ортодонтической техники встречались у 36,55% обследованных пациентов [24].

На основании клинических и цитоморфометрических исследований установлено, что в процессе ортодонтического лечения несъемной техникой в 27,6% выявляются воспалительные процессы в тканях пародонта: хронический генерализованный гингивит (13,4%), хронический гипертрофический гингивит (10%) и хронический генерализованный пародонтит лёгкой степени тяжести (4,2%) [19].

В результате исследования было выявлено, что под влиянием механического воздействия, возникающего при установке несъемной ортодонтической техники в десневой жидкости через месяц и год после начала ортодонтического лечения происходят процессы тканевой перестройки периодонтальной связки и альвеолярного отростка. В течение месяца воздействие ортодонтических сил приводит к сдавливанию периодонтальной связки и, в результате, изменению кровообращения в ней и на уровне альвеолярного отростка, а также к резорбции прилежащей стенки зубной альвеолы остеокластами. Это сопровождается развитием гипоксии и выбросу в десневую жидкость факторов, способствующих усилению ангиогенеза (ФРЭС, ФРФ), так и понижающих его активность (ИЛ-12). Изменения содержания факторов ангиогенеза в десневой жидкости, возникающие после установки ортодонтического аппарата, являются характеристикой процессов перестройки тканевых структур, окружающих зуб. Подъемом уровня ФРЭС выше 33 пг/мл через месяц после начала ортодонтического лечения определяет необходимость изменения тактики лечения, в основе которой лежит снижение механической нагрузки на зубодесневое соединение. Процессы ремоделирования тканей пародонта, которые развиваются при ортодонтическом лечении, в течение года вызывают развитие осложнений на уровне зубодесневого соединения в результате активации воспалительных процессов. У пациентов наблюдается увеличение показателей индексной оценки состояния тканей пародонта. В десневой жидкости нарастает содержание нейтрофильных лейкоцитов и дегенеративных форм эпителиоцитов, концентрации

основной группы провоспалительных и остеогенных цитокинов, факторов ангиогенеза [5].

Исследования показали, что через 1 неделю после установки брекет-системы ортодонтическая коррекция приводит к стимуляции воспалительного процесса в пародонте. Это проявляется в повышении концентрации противовоспалительных цитокинов (ИЛ 1 β и ИЛ 4) на 64,1% и 4,2% и их нормализации через 4–12 недель. Подавление факторов местного иммунитета с уменьшением активности лизоцима и концентрации IgA происходит на протяжении 12 недель после установки брекет-системы [11].

Результаты исследования показали, что ортодонтическое лечение приводит к активизации воспалительного процесса в тканях пародонта на седьмые сутки после фиксации несъемной аппаратуры, что подтверждается ростом значений индекса РМА, Парма, ростом индекса кровоточивости и увеличением концентрации про- и противовоспалительных цитокинов ИЛ-13 и ИЛ-4 на 64,1% и 4,2%, соответственно. Развивается гингивит. Также было выявлено, что ортодонтическое лечение способствует снижению уровня гигиены полости рта на седьмые сутки после фиксации несъемной аппаратуры на 26,8%. В ходе ряда поведенческих исследований состояния гуморального и клеточного иммунитета, было выявлено, что в процессе ортодонтического лечения возникает иммунодефицитное состояние. Об этом свидетельствуют снижение уровня лимфоцитов CD3, иммуноглобулина А и изменение иммунорегуляторного индекса. При проведении ортодонтического лечения подавляются факторы местного иммунитета полости рта со снижением активности лизоцима и концентрации IgA в смешанной слюне в течение 3-х месяцев после фиксации несъемной аппаратуры [15,26].

Перестройка структур пародонта во время перемещения зубов является неестественно вызванным процессом, но реорганизация тканей физиологична только при воздействии оптимальной нагрузки. Данный факт, а также нехватка объективных критериев, воздействующих на зуб сил, приводят к перегрузке пародонта, выражающейся патологической реакцией тканей десны и костных структур. Вначале происходит воспаление десны с отеком, гиперемией, а в дальнейшем возникают пролиферативные процессы в эпителии и собственной пластинке слизистой оболочки. Это связано, также, с воздействием таких микроорганизмов, как: *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, *Bacteroides forsythus*. *Actinobacillus actinomycetemcomitans* и является маркером прогрессирующей деструкции костной ткани, имеющим значимую роль в появлении агрессивных форм пародонтита [4,8].

Ортодонтическое лечение пациентов с завершённым скелетным ростом требует качественно новых подходов к планированию и лечению [12].

У лиц со сформировавшейся зубочелюстной системой, увеличиваются сроки ортодонтической коррекции, и в связи с этим значительно возрастают риски развития осложнений [9]. При увеличении сроков ортодонтической коррекции, сопровождающееся перегрузкой зубов, зачастую возникают тяжёлые осложнения со стороны тканей пародонта, что вызвано сдавливанием и тромбозом сосудов, и расстройством венозного кровообращения. Механическое воздействие конструкций приводит к изменению микроциркуляционного русла пародонта. Максимальные изменения отмечены на капиллярном уровне и выражаются в уменьшении скорости кровотока и возникновении гипоксии [21].

Как говорилось выше, использование различных ортодонтических конструкций значительно влияет на клиническое, функциональное, а также гигиеническое состояние полости рта [24]. В процессе аппаратного ортодонтического лечения зубочелюстных аномалий и деформаций в полость рта на длительное время вводятся несъёмные аппараты, которые могут нарушать гомеостаз и оказывать негативное воздействие на органы и ткани зубочелюстной системы. Конструктивные элементы аппаратов (кольца, дуги, брекеты, лигатуры) являются дополнительными пунктами ретенции налета, поэтому за счёт ухудшения процессов самоочищения, нарушения динамического равновесия и обменных процессов при ортодонтическом лечении ухудшается гигиеническое состояние полости рта, возникают воспалительные явления в тканях пародонта, возрастает поражаемость зубов кариесом [1].

Клинико-рентгенологическое обследование больных, пользующихся дугowymi ортодонтическими аппаратами с замковыми креплениями, фиксирующимися на оральной поверхности зубов, позволило определить достоверное ухудшение гигиены полости рта уже через 3–6 месяцев после наложения конструкции, что сопровождалось снижением уровня гигиены самого протеза и нарастанием воспалительных изменений в тканях пародонта [3].

Результаты микробиологических исследований свидетельствуют о нарушении «экологической» ситуации в полости рта у больных в процессе ношения ортодонтических конструкций [17].

В зависимости от характера взаимодействия ионов материала ортодонтической аппаратуры с ферментными системами тех или иных видов бактерий или грибов происходит диспропорциональное изменение коли-

чества важнейших компонентов микробиоценоза полости рта. Известно, что некоторые группы бактерий, которые населяют данную экологическую нишу, могут обладать факторами вирулентности и потому быть способными вызывать воспалительный процесс слизистой оболочки полости рта и тканей пародонта.

В зубном налете у пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении, были обнаружены различные аэробные и анаэробные микроорганизмы. Среди выделенных аэробов 70% составляли грамположительные кокки {*Streptococcus viridans* — 31%, *Streptococcus spp.*—25%, *Staphylococcus epidermidis* — 6%, *Enterococcus spp.*— 4%, *Streptococcus oralis* — 4%), 12% — грамотрицательные кокки {*Neisseria spp.*}, 10% *Candida albicans* и 8% — грамположительные палочки {*Corynebacterium spp.*}. Анаэробные микроорганизмы в 19% случаев были представлены грамположительными кокками {*Peptostreptococcus spp.*}, грамположительными палочками — всего 30% {*Lactobacillus spp.*, *Propionibacterium spp.*, *Actinomyces spp.*}, грамотрицательными палочками — 15% {*Fusobacterium spp.*}, грамотрицательными кокками — 36% {*Veillonella spp.*} [22].

Комплексное лечение пациентов с воспалительно-дистрофическими заболеваниями пародонта с применением ортодонтических методов требует соблюдения особого алгоритма в планировании, последовательности этапов и дозировке сил [10]. Выявлено, что к возникновению локального воспаления может привести нерациональное ортодонтическое лечение: применение нецелесообразных для больного конструкций ортодонтических аппаратов, использование чрезмерных сил их действия [20].

Можно сделать вывод о том, что у значительной части пациентов, получающих ортодонтическое лечение, воспалительные изменения в пародонте являются его осложнением [7].

Таким образом, ортодонтическое лечение может вызывать побочные патологические явления, что необходимо учитывать врачу, особенно при длительном ортодонтическом лечении и в ретенционном периоде. Проведение ортодонтического лечения в отсутствие адекватной оценки состояния зубочелюстной системы, чрезмерное, неконтролируемое приложение силы к опорным зубам может инициировать воспалительную реакцию пародонта или привести к обострению уже имеющегося патологического процесса.

При длительном ношении несъёмного ортодонтического аппарата значительно снижается уровень гигиены полости рта. В связи с этим, во время ортодонтического лечения представляется крайне необходимым проведе-

ние профессиональной гигиены не реже одного раза в три месяца, т.к. несъемная ортодонтическая аппаратура создает множество ретенционных пунктов для образования мягкого зубного налета, зубных бляшек, и, как следствие, возникновения кариеса, гингивита и пародонтита [22].

Соблюдение правильной, оптимальной гигиены полости рта в процессе проводимого ортодонтического лечения позволит исключить досрочное снятие

ортодонтического аппарата, как меру профилактики возникновения и развития патологических изменений в тканях пародонта.

Знания врача о данных процессах позволят правильно спланировать лечение, выбрать ортодонтический аппарат, определить точки опоры, места и величину приложения силы, направление, характер и интенсивность её использования [23].

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимова Р.Г. Индивидуальная гигиена полости рта при применении современных несъемных сложных ортодонтических конструкций // *Стоматология*. — 2004. — № 6. — С. 63–64.
2. Арсенина О.И., Григорьян А.С., Фролова О.А., Петрунина О.В. Диагностика и лечение воспалительных процессов в пародонте, возникших при ортодонтическом лечении // *Институт стоматологии*. — 2005. — № 1. — С. 50–54.
3. Беньковский, В.В. Клиническая оценка гигиены полости рта пациентов, пользующихся ортодонтическими аппаратами: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 2011. — 22 с.
4. Бирюков, А.С., Косырева Т.Ф. Влияние механической нагрузки несъемной аппаратуры на ткани пародонта при ортодонтическом лечении // *Наука — XXI век: сб. науч. тр.* — М., 2015. — С. 290–295.
5. Воробьев Д.В. Обоснование применения профессиональной гигиены полости рта при ортодонтическом лечении по результатам исследования биомаркеров десневой жидкости: дисл. ... канд. мед. наук — Саратов, 2013. — 143 с.
6. Гонтарев, С.Н. Дифференцированное управление заболеваемостью временных зубов на основе геоинформационного, ситуационного анализа, прогнозирования и лечебных инноваций / С.Н. Гонтарев; под ред. проф. Н.М. Агаркова. — Белгород: - 2007. — 224 с.
7. Гонтарев С. Н., Чернышева Ю.А., Федорова И.Е., Гонтарева И.С. Воспалительные заболевания слизистой оболочки полости рта при использовании съемной и несъемной ортодонтической аппаратуры // *Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация*. 2013. — № 11. — Выпуск 22/1, — стр.15–17
8. Грудянов А.И. Изменения состава микрофлоры зубодесневой борозды в процессе ортодонтического лечения // *Стоматология*. — 2012. — № 3. — С. 61–64.
9. Децык О.Р., Долгих Е.А. Гигиеническое состояние полости рта у пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении // *Здоровье и образование в XXI веке*. — 2008. — № 5. — С. 227.
10. Дробышева Н.С. Оценка ортодонтического лечения взрослых пациентов с зубочелюстными аномалиями и воспалительно-дистрофическими заболеваниями пародонта: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2007. — 25 с.
11. Железный П.А., Русакова Е.Ю., Щелкунов К.С. [и др.] Состояние факторов местного иммунитета полости рта в процессе комплексного ортодонтического лечения // *Тихоокеанский медицинский журнал*. — 2013. — № 1. — С. 26–28.
12. Кирсанова Е.В., Кондратьева Н.А., Аветисян Л.М. Цифровые методики диагностики и планирования ортодонтического лечения с использованием кортикальной опоры. // *Клиническая стоматология*. — 2021. — № 1 (97): — С. 102–107.
13. Курбанов А.О. Зубочелюстные аномалии у взрослых, пути совершенствования организационной и лечебной помощи (эпидемиологическое и клиническое исследование): автореф. дис. ... доктора мед. наук. — Москва, 1994. — 36 с.
14. Куроедова В.Д., Макарова А.Н. Распространенность зубочелюстных аномалий у взрослых и доля асимметричных форм среди них. // *«Мир Медицины и Биологии»*- 2012. — № 4(35): — С. 31–35.
15. Левенц А.А., Бриль Е.А., Кожевникова Т.А. Состояние системы иммунитета у детей на этапах ортодонтического лечения // *Институт стоматологии*. — 2005. — № 3. — С. 44–45.
16. Маркин А.С. Распространенность зубочелюстных аномалий у лиц в возрасте 16–25 лет проживающих в г. Самара // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки*. — 2016. — № 1. — С. 121–124.
17. Мехмани И.Г., Мамедов Ф.Ю., Сафаров А.М. Влияние ортодонтического лечения на функциональное состояние органов и тканей полости рта. / *Medix, Ліки Україн.*-, 2014. — № 2 (19).
18. Мягкова Н.В. Клинико-лабораторное обоснование выбора метода ортодонтического лечения взрослых пациентов с аномалиями окклюзии и дефектами зубных рядов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Екатеринбург, 2004. — 22 с.
19. Петрунина Ольга Викторовна. Клинико-цитологическая диагностика воспалительных осложнений в тканях пародонта при ортодонтическом лечении с использованием несъемной техники: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Москва, 2008. — 27 с.
20. Рамм, Н.Л. Кисельникова Л.П., Юркова М.А. Несъемная ортодонтическая техника — риск развития осложнений // *Институт стоматологии*. — 2001. — № 4(13). — С. 22–25.
21. Снеткова, Н.В. Персии Л.С., Картон Е.А. Изменение микроциркуляции тканей пародонта первых постоянных моляров при использовании несъемных ортодонтических аппаратов // *Ортодонтия*. — 2012. — № 1. — С. 85.

22. Соломонова А.Д. Изменение микробиоценоза полости рта у ортодонтических пациентов: дис. ... канд. мед. наук. — Новосибирск, 2007. — 135 с.
23. Хорошилкина, Ф.Я., Персии Л.С. Ортодонтия. Лечение аномалий зубов и зубных рядов современными ортодонтическими аппаратами. Клинические и технические этапы их изготовления. Книга 1. — Н. Новгород: изд-во НГМА, 2002. — 251 с.
24. Шади, Т.Э.Д. Характеристика частоты и распространенности осложнений, возникающих в процессе ортодонтического лечения несъемными аппаратами в городе Воронеже: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Воронеж, 2012. — 19 с.
25. Шварц А.Д. Биомеханика и окклюзия зубов. — М. Медиаефера, 1994. 190 с.
26. Щелкунов К.С. Влияние несъемной ортодонтической аппаратуры на развитие воспалительных заболеваний пародонта и их коррекция: дис. ... канд. мед. наук. — Новосибирск, 2007. — 135 с.

© Кереева Зарина Витальевна (zarinakeref@mail.ru), Тхазапжиева Марина Тулевна (mar_tul25@mail.ru),
 Шхагапсоева Карина Аслановна (Karina.denta@mail.ru), Карданова Лариса Владимировна (kard-77@yandex.ru),
 Карданова Карина Хасанбиевна (kardanovakarina@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

РОЛЬ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В ФОРМИРОВАНИИ СПАЕЧНОГО ПРОЦЕССА В БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

THE ROLE OF LAPAROSCOPIC SURGERY IN THE FORMATION OF THE ADHESION PROCESS IN THE ABDOMINAL CAVITY

M. Magomedov
M. Imanaliev
M. Magomedov

Summary. The aim of this review is to investigate the role of laparoscopy and pneumoperitoneum in the formation of postoperative adhesions in the abdominal cavity. Despite the proposed approaches to reducing postoperative abdominal adhesions, the main clinical problem remains intestinal obstruction, chronic pelvic pain, female infertility and technical difficulties during repeated operations. Adhesions develop after 50–97% of abdominal and 60–90% of gynecological operations, due to incomplete lysis of cellular exudates by fibrin that occurs when the peritoneum is damaged. Although human studies are lacking, animal data indicate that the incidence of peritoneal adhesions can be reduced by more than 80% with adequate conditioning of the pneumoperitoneum. The data presented in this review may open up new possibilities for adhesion prevention in laparoscopic surgery.

Keywords: adhesive process, laparoscopy, pneumoperitoneum, adhesion, prevention of adhesion, laparotomy.

Магомедов Мухума Магомедович

Д.м.н., профессор, Дагестанский государственный медицинский университет
 тихита@mail.ru

Иманалиев Магомед Расулович

Д.м.н., профессор, Дагестанский государственный медицинский университет
 imanaliev@mail.ru

Магомедов Магомед Арсенович

Аспирант, Дагестанский государственный медицинский университет
 Araenovich222@mail.com

Аннотация. Целью этого обзора является изучение роли лапароскопии и пневмоперитонеума в формировании послеоперационных спаек в брюшной полости. Несмотря на предложенные подходы к уменьшению послеоперационных спаек брюшной полости основной клинической проблемой остается кишечная непроходимость, хроническая тазовая боль, женское бесплодие и технические трудности во время повторных операций. Спайки развиваются после 50–97% абдоминальных и 60–90% гинекологических операций, вследствие неполного лизиса фибрином клеточных экссудатов, возникающих при повреждении брюшины. Хотя исследования на людях отсутствуют, данные на животных показывают, что частота возникновения перитонеальных спаек может быть уменьшена более чем на 80% при адекватном кондиционировании пневмоперитонеума. Данные приведенные в обзоре могут открыть новые возможности для профилактики адгезии в лапароскопической хирургии.

Ключевые слова: спаечный процесс, лапароскопия, пневмоперитонеум, адгезия, профилактика адгезии, лапаротомия.

Введение

Актуальность проблемы послеоперационных спаек в брюшной полости обусловлена их клиническим значением. В зависимости структуры и расположения перитонеальных спаек, они могут, как оставаться бессимптомными, так и вызывать клинически важные осложнения, такие как кишечная непроходимость, женское бесплодие, хроническая тазовая боль и сложности во время повторной операции. Кишечная непроходимость является наиболее серьезным осложнением перитонеальных спаек, поскольку может быть опасной для жизни. Спайки являются основной причиной непроходимости кишечника, на их долю приходится более 40% всех случаев кишечной непроходимости, из которых 60–70% случаев, связаны с тонкой кишкой [1].

Спаечная болезнь в области малого таза является одной из наиболее распространенных причин хронических тазовых болей. Сообщается, что спайки вызывают хроническую боль в области малого таза примерно у 25% пациентов [2]. В других исследованиях было продемонстрировано, что у большого числа пациенток с бесплодием, обусловленным спайками, боли в области таза отсутствовали [3–4]. Было высказано предположение, что боль в области малого таза является следствием ограниченной подвижности органов, вызванной спайками, а адгезиолиз приводит к облегчению симптомов [5].

Цель данного обзора

Анализ роли лапароскопии и пневмоперитонеума в формировании послеоперационных спаек в брюшной полости.

Патогенез перитонеальных спаек

Брюшина с поверхностью у взрослых около 10000 см², почти равной поверхности кожи, является самым крупным органом у человека. Она служит для сведения к минимуму трения и облегчения свободного перемещения внутренних органов брюшной полости, для противодействия и локализации инфекций. Брюшина состоит из сплошного слоя мезотелиальных клеток и слоя рыхлой соединительной ткани. Мезотелиальные клетки брюшины высоко дифференцированы, и их апикальная поверхность содержит большое число длинных микроворсинок, увеличивающих функциональную поверхность поглощения и секреции. Мезотелиальные клетки секретируют гликозаминогликаны, протеогликаны и фосфолипиды, обеспечивающие скольжение, а неадгезивный гликокаликс защищает поверхность серозного покрова от инфекции. К тому же, мезотелиальные клетки могут синтезировать цитокины, хемокины, факторы роста и компоненты матрицы, которые регулируют воспаление; инициировать пролиферацию, дифференцировку и миграцию клеток; и опосредовать восстановление тканей [6]. Мезотелиальные клетки связаны друг с другом десмосомами и очень слабо прикреплены к базальной мембране.

Соединительная ткань состоит из пучков коллагеновых и эластических волокон, ориентированных в разные стороны, и богатой сети кровеносных и лимфатических сосудов [5, 7]. Среди этих волокон и сосудов разбросаны слабо дифференцированные эпителиоидоподобные клетки, фибробласты, макрофаги, тучные и жировые клетки [2, 7, 8].

Интактная брюшная полость содержит 3–50 мл перитонеальной жидкости с белками плазмы, включая большое количество фибриногена, и различные свободно плавающие клетки, такие как макрофаги, лимфоциты, эозинофилы, тучные клетки и десквамированные мезотелиальные клетки [9].

Повреждение брюшины, вызванное хирургическим вмешательством или инфекцией, инициирует воспалительную реакцию, которая увеличивает концентрацию белков, образуя фибринозный экссудат и формирование фибрина [2, 10]. Активация каскада коагуляции превращает протромбин (фактор II) в тромбин (фактор IIa) по общему пути, затем тромбин запускает превращение фибриногена в мономеры фибрина, которые взаимодействуют друг с другом и полимеризуются. Изначально растворимый полимер становится нерастворимым для некоторых факторов свертывания крови, таких как фактор XIIIa, и откладывается на раневой поверхности [3, 11].

Внутри этого фибринозного экссудата полиморфно-ядерные нейтрофилы (ПМН), макрофаги, фибробласты и мезотелиальные клетки мигрируют, пролиферируют и дифференцируются. Увеличивается количество макрофагов и изменяются их функции, они становятся наиболее важным компонентом популяции лейкоцитов после 5-го дня [7, 12]. Макрофаги более точно фагоцитируют, обладают большей активностью и выделяют различные вещества, включая цитокины и факторы роста, которые рекрутируют новые мезотелиальные клетки на раневую поверхность [6, 13]. Мезотелиальные клетки мигрируют, образуют островки по всей поврежденной области и, размножаясь, покрывают ее. Этот процесс повторной эпителизации отличается от процесса, происходящего в коже, потому как вся поверхность эпителизируется одновременно, а не постепенно. Следовательно, данный процесс не зависит от размера повреждения и завершается через 5–7 дней [12, 14]. Механизм мезотелиального заживления предполагает участие стволовых клеток, что согласуется с тем фактом, что мезотелиальные стволовые клетки могут дифференцироваться, и сами в свою очередь, являются стволовыми клетками [8, 15].

Полиморфоядерные клетки, макрофаги, фибробласты и мезотелиальные клетки выделяют различные вещества, включая компоненты системы пламиногена, метаболиты арахидоновой кислоты, активные формы кислорода, цитокины и факторы роста, которые модулируют процесс заживления в брюшной полости и формирование адгезии на разных стадиях [14, 16].

Хотя фибринозный экссудат и отложение фибрина являются важными составляющими восстановления нормальной ткани, ими не восстанавливается полностью предоперационное перитонеальное состояние. Деградация фибрина регулируется системой пламиногена, при этом неактивный проферментный пламиноген превращается в активный плазмин с помощью активаторов пламиногена (АП), а процесс подавляется ингибиторами активатора пламиногена [1, 17]. Пламиноген — это гликопротеин, синтезируемый в печени, который присутствует практически во всех тканях. Являясь неактивным предшественником пламина, сериновой протеазы, пламиноген очень эффективен при деградации фибрина в продукты распада фибрина (ПРФ) и играет роль на других стадиях восстановления тканей, таких как деградация внеклеточного матрикса [7, 8, 18], активация проферментов семейства матричных металлопротеаз (ММП) [13, 19] активация факторов роста.

Основным активатором пламиногена (РА) является активатор пламиногена тканевого типа (tPA), который экспрессируется в эндотелиальных клетках, мезотели-

альных клетках и макрофагах. tPA обладает высоким сродством к фибрину и связывается со специфическим рецептором, выполняя профибринолитическую функцию. Следовательно, в присутствии фибрина скорость активации плазминогена значительно повышается [2, 7, 20]. Другим активатором плазминогена является сериновая протеаза урокиназного типа PA (uPA). Его свойства отличаются от свойств tPA, поскольку в uPA отсутствует аффинное связывание с фибрином и, следовательно, для она ограничена в своей способности активировать плазминоген [20].

Ингибиторы активатора плазминогена 1-го и 2-го типов (ИАП-1, ИАП-2) могут противодействовать образованию неактивных комплексов. Гликопротеин ИАП-1 является наиболее мощным ингибитором tPA и uPA и экспрессируется в эндотелиальных клетках, мезотелиальных клетках, макрофагах, тромбоцитах и фибробластах. Гликопротеин ИАП-2 является более слабым ингибитором tPA и uPA и экспрессируется в мезотелиальных клетках, макрофагах и эпителиальных клетках. Роль других ИАП в перитонеальном фибринолизе остается неизвестной. Плазмин может быть непосредственно ингибирован ингибиторами плазмина (то есть 2-макроглобулином, α 2-антиплазмином и α 1-антитрипсином), но их роль в перитонеальном фибринолизе также не достаточно четко определена [7, 17, 21].

Баланс между отложением и деградацией фибрина имеет решающее значение при определении нормального заживления брюшины или адгезии. При полном распаде фибрина происходит нормальное заживление брюшины. Напротив, распадаясь не полностью, фибрин служит каркасом для фибробластов и вставания капилляров.

Лапароскопическая хирургия и формирование адгезии

Существует ряд исследований, показавших, что лапароскопия является менее адгезогенной, чем лапаротомия, но их данные не являются окончательными. Некоторые авторы сообщают о меньшем количестве спаек типа 1B после лапароскопии, чем после лапаротомии [6, 22]. Сообщалось также о меньшем количестве спаек типа 1A и типа 2A-B после лапароскопии у кроликов [17], что не было подтверждено в других исследованиях на кроликах [23]. У людей рандомизированное клиническое исследование сравнивающее лапаротомию и лапароскопию (т.е. пациенты, перенесшие хирургическое лечение по поводу внематочной беременности, а затем перенесшие лапароскопию повторно), продемонстрировали меньшее количество спаек типа 1A и типа 2A-B в группе лапароскопии [6, 24]. Другое не рандомизированное клиническое исследование

также продемонстрировало меньшее образование адгезии после лапароскопии [17, 25]. В исследовании Diamond et al., 1987 сообщается о низкой частоте спаек типа 1B, очень низкой частоте спаек типа 1A, и высокая частота спаек типа 2 после лапароскопии [3].

Приведенные данные не позволяют сделать однозначного заключения, но при этом можно предположить, что лапароскопия очень редко вызывает спайки типа 1A, что лапароскопия имеет некоторые преимущества для спаек типа 1B, и что лапароскопия аналогична лапаротомии для спаек 2A-B типа.

Чтобы интерпретировать эти данные, важно подчеркнуть различия между лапароскопией и лапаротомией с точки зрения прямой травмы, вызванной самим хирургическим вмешательством, и косвенной травмы, которая может быть вызвана перитонеальной средой. Выполненная высококвалифицированными хирургами лапароскопия должна вызывать меньшую прямую хирургическую травму из-за осторожного обращения с тканями, тщательного гемостаза, постоянного орошения, использования микрохирургических инструментов и меньшего операционного поля, что может снизить риск формирования адгезии. С другой стороны, лапароскопия и лапаротомия выполняются в различных газовых средах: пневмоперитонеум CO_2 для первых и воздух для вторых. Лапароскопия с применением CO_2 , вызывает некоторые неблагоприятные системные и местные эффекты.

Системные и местные эффекты CO_2 пневмоперитонеума

Системно CO_2 пневмоперитонеум ухудшает венозный возврат в зависимости от внутрибрюшного давления [15, 17, 26] и вызывает абсорбцию CO_2 из брюшной полости, что приводит к ацидозу и гиперкапнии [15, 17, 18, 27], которые при отсутствии адекватно компенсированной вентиляции могут отрицательно воздействовать на сердечно-сосудистую и дыхательную функции [25, 28]. Пневмоперитонеум также вызывает гипотермию [6, 17, 29], уменьшает перфузию с возникающим оксидативным стрессом [17], что обуславливает послеоперационную боль [15, 18].

В местном масштабе CO_2 пневмоперитонеум вызывает сухость [11, 15], перитонеальный ацидоз [11], что может способствовать подавлению функций макрофагов брюшной полости. Кроме того, CO_2 изменяет микроциркуляцию в брюшной полости [6,11] и перитонеальную жидкость, модулирует местную иммунную систему и воспалительную реакцию, и ингибирует перитонеальную плазминовую систему, приводя к перитонеальному гипофибринолизу.

Также было продемонстрировано, что пневмоперитонеум является кофактором в формировании послеоперационной адгезии [15, 189]. В исследовании, оценивающем влияние профилактики на формирование адгезии у кроликов, показано, что более длительные лапароскопические операции были связаны с большим количеством спаек, а профилактика позволяла сократить продолжительность операции и снизить частоту формирования адгезии [20].

На основании этих наблюдений предполагалось, что хирургическая травма была более тяжелой во время более длительных операций, о которых сообщалось в начале исследования, и оставалась неопределенной, определяя специфический вклад каждого фактора (т.е. хирургическая травма, продолжительность операции и пневмоперитонеум) в формирование адгезии.

Для оценки влияния продолжительности операции и пневмоперитонеума на спаечный процесс были разработаны экспериментальные лапароскопические модели, а оперативные вмешательства выполнялись высококвалифицированными хирургами. Первой оцененной переменной была продолжительность CO_2 пневмоперитонеума. Действительно, поражения были выявлены примерно через 3–5 минут от начала операции, но пневмоперитонеум поддерживался в течение разных периодов времени. Поскольку образование адгезии явно увеличивалось с продолжительностью пневмоперитонеума, было сделано предположение, что пневмоперитонеум является кофактором в формировании адгезии [24, 27]. В последствии была проведена серия экспериментов для оценки различных параметров, связанных с пневмоперитонеумом, для выявления потенциальных вовлеченных механизмов (например, перитонеальной гипоксии, перитонеального ацидоза, гиперкарбии, высыхания, гипотермии) [28, 29].

Пневмоперитонеум-индуцированная гипоксия как движущий механизм

Было выдвинуто предположение, что пневмоперитонеум сжимает капиллярный поток в поверхностных слоях брюшины, вызывая ишемию, что может обусловить гипоксический перитонеальный ответ, в конечном итоге приводящий к образованию адгезии. Эта гипотеза была проверена путем оценки влияния продолжительности пневмоперитонеума, давления и инсуффляции газа [6, 16].

В серии экспериментальных исследований с использованием CO_2 и гелиевого пневмоперитонеума было продемонстрировано, что адгезия увеличивается с продолжительностью пневмоперитонеума и давле-

нием инсуффляции, без различий между типом инсуффляционного газа. Кроме того, сообщалось, что адгезия уменьшалась при добавлении 2–4% кислорода к пневмоперитонеуму, при этом при более высоких концентрациях кислорода (например, 12%) данный эффект не наблюдался [17, 18, 20].

Чтобы понять роль перитонеальной гипоксии, важно иметь в виду, что в нормальных условиях периферические клетки получают кислород из сосудистой сети и имеют парциальное давление кислорода ($p\text{O}_2$) 23 мм рт. ст. (5–40 мм рт.ст.), в зависимости от типа клеток. Это внутриклеточное парциальное давление кислорода является результатом постепенного его снижения от 160 мм рт.ст. в воздухе, до 95 мм рт.ст. в артериальном конце капилляров и до 40 мм. рт.ст. в интерстициальной жидкости. Пневмоперитонеум, в зависимости от давления и времени воздействия и, независимо от инсуффляционного газа, будет сжимать капиллярный поток в поверхностных слоях брюшины, уменьшая перфузию тканей, вызывая ишемию и снижая $p\text{O}_2$ в мезотелиальных клетках до гипоксического уровня [3, 11, 17, 27].

Кроме того, инсуффляционный газ, присутствующий в брюшной полости, будет диффундировать через апикальную поверхность мезотелиальных клеток в кровотоки, уменьшая мезотелиальное $p\text{O}_2$ и вызывая гиперкапнию и ацидоз, при отсутствии вспомогательной вентиляции. Во время стандартной лапароскопии (100% CO_2) мезотелиальные клетки не получают достаточного количества кислорода из капилляров, и чистый O_2 , присутствующий в брюшной полости, диффундирует в мезотелиальные клетки. Во время лапароскопии с использованием CO_2 пневмоперитонеума с 3% кислородом, мезотелиальные клетки также не получают достаточного количества кислорода из капилляров. Но, поскольку инсуффляционный газ имеет $p = 23$ мм рт. ст., что соответствует нормальному внутриклеточному давлению, клетки могут поглощать кислород, присутствующий в брюшной полости, повышая внутриклеточное давление до физиологического уровня. Во время лапароскопии с использованием CO_2 пневмоперитонеума с 12% кислорода, мезотелиальные клетки также не получают достаточное количество кислорода из капилляров, но, поскольку инсуффляционный газ имеет $p = 92$ мм.рт.ст., кислород диффундирует в мезотелиальные клетки, увеличивая внутриклеточное давление до уровня выше нормального [2, 13].

Ключевая роль перитонеальной гипоксии также подтверждается отчетом о тканевом $p\text{O}_2$, измеренном с помощью гибкого микрокатетера, имплантированного в брюшную стенку крыс. Показано, что как CO_2 так и гелиевый пневмоперитонеум уменьшают $p\text{O}_2$ при-

мерно до 5 мм. рт.ст., тогда как инсuffляция негипоксичной газовой смесью (80% CO₂ и 20% O₂) не вызывает значительных изменений [6, 16].

Хотя предполагаемая CO₂ пневмоперитонеум-индуцированная перитонеальная гипоксия не была подтверждена другими авторами с использованием неповрежденной лапароскопической модели брюшной полости [15, 17], последующие исследования в той же группе с использованием одной и той же модели как с ранением, так и без показало, что поврежденная брюшина четко демонстрировала клеточную гипоксию во время пневмоперитонеума CO₂ при высоких давлениях инсuffляции, как в поврежденных, так и в отдаленных участках брюшины [18].

Пневмоперитонеум-индуцированный ацидоз/гиперкапния как движущий механизм

Связь между ацидозом / гиперкапнией, вызванным пневмо-перитонеумом CO₂, и образованием адгезии была рассмотрена на лапароскопической модели, в которой экспериментальные животные с эндотрахеальной интубацией механически вентилировались с различными паттернами [30]. В первой серии экспериментов подвергали воздействию чистого пневмоперитонеума CO₂ во время лапароскопической операции для индукции спаек, которые оценивались на 7-й день после операции. Во второй серии экспериментов животных подвергали воздействию только анестезии или анестезии с CO₂ пневмоперитонеумом, и газы артериальной крови измерялись в конце процедуры. Частота образования спаек была выше у животных с плохой вентиляцией и снижалась при более высокой скорости вентиляции (мл/мин). По сравнению с животными, которым проводилась только анестезия, пневмоперитонеум CO₂ повышал pCO₂ и снижал pH [3,12]. Эти эффекты были более выражены у животных с плохой вентиляцией и их частота снижалась при соответствующей вентиляции.

Приведенные данные свидетельствуют о наличии связи между CO₂ пневмоперитонеум-индуцированными ацидозом и гиперкапнией с образованием спаек. Механизм, посредством которого ацидоз и гиперкапния становятся кофактором образования адгезии, остается неясным. Углекислый газ при пневмоперитонеуме вызывает респираторный ацидоз, который приводит к метаболическому ацидозу и метаболической гипоксии [7]. Это может усиливать ишемическую гипоксию в брюшине, что предположительно является движущим механизмом усиления адгезии. Очевидно, что нельзя исключать непосредственное влияние ацидоза и гиперкапнии на клетки и молекулы, участвующие

в формировании адгезии. Действительно, ацидоз влияет на функции лимфоцитов и макрофагов, изменяя клеточную и гуморальную иммунную функцию [1, 3], повышает экспрессию VEGF независимо от гипоксии, которая, как сообщалось, участвует в формировании адгезии [3, 6, 10].

Хотя такого рода исследования трудно воспроизвести на людях, и клиническая значимость данных неясна, важность ацидоза и гиперкапнии, вызванных пневмоперитонеумом CO₂ следует принимать во внимание для пациентов, находящихся в положении тренделенбурга или с ограниченной сердечно-сосудистой адаптацией, таких как пациенты с ожирением и курильщики, а также для лапароскопической хирургии забрюшинного пространства или при длительных операциях [3, 8].

Вызванная пневмоперитонеумом и изменения температуры и сухость в брюшной полости

Абдоминальная инсuffляция со стандартным сухим и холодным CO₂ для создания пневмоперитонеума определяет, что газ, поступающий в полость, будет нагрет до достижения равновесного значения температуры между холодным газом и теплой брюшиной и будет увлажнен для достижения и равновесия. Действительно, для достижения равновесия брюшина теряет воду и снижается ее температура, что протекает с потреблением энергии и, следовательно, вызывает гипотермию у пациента [6, 17]. Энергия, необходимая для подогрева холодного газа (0,00003 кал для нагрева 1мл CO₂ на 1 °C) намного меньше энергии, необходимой для увлажнения сухого газа (577 кал для испарения 1 г воды) [29]. Следовательно, пневмоперитонеумом вызывается гипотермия и сухость в брюшной полости, причем оба эффекта тесно взаимосвязаны [4, 5].

Сухость в брюшной полости будет иметь тенденцию к продолжению до тех пор, пока пневмоперитонеум не достигнет 100% относительной влажности, количество воды удерживаемое газом, по отношению к максимальному количеству, которое может удерживаться при определенной температуре. Следовательно, этот процесс будет зависеть от времени воздействия инсuffляционного газа и от температуры инсuffляционного газа. Данный эффект имеет решающее значение, потому как абсолютная влажность газа в миллиграммах воды в литре газа выше при более высоких температурах, и поэтому 100%-ная относительная влажность будет достигнута только при большем количестве воды, и, следовательно, тем большим будет высыхание [3, 7].

Было высказано предположение, что высыхание, вызванное сухим и холодным пневмоперитонеумом

CO₂, будет способствовать развитию спаек брюшины. Исследования *in vitro* подтверждают, что степень высыхания зависит от скорости потока газа через увлажненную поверхность. Когда сухой и холодный CO₂ циркулирует, происходит потеря воды в зависимости от скорости потока; чем выше поток, тем большее высыхание наблюдается [3, 13]. Учитывая, что высыхание зависит от потока, влияние сухого CO₂ с различной скоростью потока в брюшной полости при формировании адгезии оценивали на экспериментальных животных [1, 4, 5]. Поскольку адгезия увеличивается с увеличением скорости потока, ключевая роль обезвоживания в патогенезе процесса была очевидна. Однако, поскольку высыхание и переохлаждение тесно связаны, конкретный вклад каждого фактора в формирование адгезии не всегда возможно определить [15, 17].

Во время серии экспериментов, выполненных на модели лапароскопических операций стало очевидно, что у животных с более низкой температурой тела развивается меньше спаек, чем у нормотермических. Было также подтверждено снижение адгезии при гипотермии. В соответствии с этими наблюдениями, другие данные у животных показали, что инсуффляция брюшины холодным солевым раствором снижала частоту послеоперационных спаек, тогда как ирригация теплым солевым раствором увеличивала их число. У людей локальная гипотермия после лапаротомии, как сообщалось, уменьшает воспалительную реакцию и увеличивает перистальтику кишечника, тем самым снижая адгезию [6, 17].

Чтобы устранить чистый эффект обезвоживания без обычной связи с гипотермией, на разработанной в эксперименте модели животные подвергались воздействию сухого и холодного CO₂ пневмоперитонеума с различными скоростями потока через брюшную полость. Как и ожидалось, образование адгезии увеличивалось с высыханием. Кроме того, адгезия, вызванная обезвоживанием, была предотвращена с помощью увлажненного газа [15], что было подтверждено другими группами у экспериментальных животных [13]. Интересно, что эта вызванная обезвоживанием, адгезия была также снижена, при развитии у животных нормально ассоциированной гипотермии [15], что указывает на то, что и высушивание, и гипертермия вносят независимый вклад в формирование адгезии.

Несколько механизмов могут быть вовлечены в этот благоприятный эффект гипотермии и вредное воздействие обезвоживания. Гипотермия может уменьшить адгезию, защищая ткани и клетки от вызванной пневмоперитонеумом гипоксии, поскольку потребление кислорода клетками уменьшается с температурой. Действительно, переохлаждение снижает общую скорость метаболизма мозга во время ишемии, замедляя расще-

пление глюкозы, фосфокреатина и АТФ, а также образование лактата и неорганического фосфата [17]. Кроме того, гипотермия снижает выработку АФК во время реперфузии в некоторых тканях и органах [15], улучшает восстановление энергетических параметров во время реперфузии. Данная гипотеза об обезвоживании, как движущем механизме формирования адгезии подтверждается данными, демонстрирующими, что сухой и холодный CO₂ изменяет морфологию мезотелия (то есть разрушает гексагональную структуру, уменьшает микроворсинки и вызывает гибель клеток), что может способствовать развитию послеоперационных спаек [15, 187].

Заключение

В настоящее время вопрос о том, какие изменения, вызванные пневмоперитонеумом, способствуют адгезии из-за чисто локальных эффектов или из-за более общих и системных эффектов до сих пор не разрешен. Появляются данные, свидетельствующие о том, что патогенез образования адгезии не ограничивается операционным участком, а может быть задействована вся брюшная полость и, возможно, весь организм. В соответствии с этой гипотезой недавно на экспериментальных животных было продемонстрировано, что адгезия увеличивается в месте поражения при манипуляциях с удалением сальника или резекцией кишки и данный эффект зависит от тяжести вмешательства [1, 3].

Хотя большинство данных получены из экспериментальных исследований, значимость перитонеальной среды в патогенезе адгезии очевидна. Пневмоперитонеум-индуцированная перитонеальная гипоксия может быть снижена путем добавления 3% кислорода к CO₂ пневмоперитонеуму, тогда как его прямые последствия, такие как активация PAI-1, VEGF, могут быть предотвращены с помощью специфических антител против этих факторов. Некоторые предварительные данные исследований на людях указывают на то, что добавление кислорода также может иметь некоторые полезные эффекты с точки зрения уменьшения послеоперационной боли.

Индукцированная пневмоперитонеумом ишемия-реперфузия генерирует АФК, что может быть минимизировано путем снижения давления инсуффляции [3] или путем ишемического прекондиционирования, концепции, которая состоит из коротких периодов инфляции и дефляции при образовании пневмоперитонеума [27, 28].

Вызванное пневмоперитонеумом обезвоживание брюшины может быть уменьшено путем увлажнения инсуффляционного газа, что, помимо снижения адгезии, будет иметь другие местные и системные полез-

ные эффекты, такие как меньшее разрушение мезотелия, меньшее послеоперационный болевой синдром и меньшее количество переохладений.

Действительно, некоторые исследования на животных показывают меньшее повреждение брюшины при использовании теплого и увлажненного CO₂ [17, 26]. Этот защитный эффект, однако, не является окончательным, потому что другие исследования не смогли прийти к тем же выводам [16, 18, 20].

Утверждается, что сухой и холодный газ, используемый для создания пневмоперитонеума, способствует возникновению послеоперационной боли, поскольку основной источник боли и дискомфорта после лапароскопии исходит из брюшины, а не из кожи или брюшной стенки [18]. Несколько исследований, проведенных на людях, показали, что использование теплого и увлажненного инсуффляционного газа связано с меньшими послеоперационными болями и потребностями в анальгезии [6]. Кроме того, в других исследованиях сообщалось, что применение теплого и увлажненного газа было связано с более быстрым возвращением пациента к нормальной деятельности и сокращением сроков пребывания в стационаре [17, 18].

Научные исследования продемонстрировали, что поддержание брюшной полости слегка охлажденной (то есть, 32 °C) и увлажненной, а не теплой и увлажненной, может быть эффективно в предотвращении адгезии, поскольку локальная гипотермия способствует минимизации локального воспаления и снижению токсических эффектов гипоксии и процессов ишемии-реперфузии [15, 17].

Научные исследования на модели экспериментальных животных демонстрируют, что правильная хирургическая техника, позволяющая избежать, как можно большего числа побочных манипуляций и повреждений, снижает адгезию примерно на 50%, а кондиционирование CO₂ пневмоперитонеума с увлажнением и добавлением 3–4% кислорода, имеет дополнительный профилактический эффект [17, 18].

Актуальность данных стратегий с целью снижения и предотвращения адгезии в конкретных перитонеальных условиях должна быть подтверждена у более крупных животных и у людей [27], что позволит направить усилия на кондиционирование брюшной полости в стратегии снижения послеоперационной боли и предотвращения адгезии [6, 29].

ЛИТЕРАТУРА

1. Binda M.M., Koninckx P.R. Prevention of adhesion formation in a laparoscopic mouse model should combine local treatment with peritoneal cavity conditioning. *Hum Reprod.* 2009;24(6):1473–9. doi: 10.1093/humrep/dep053.
2. Binda M.M., Molinas C.R., Bastidas A., Koninckx P.R. Effect of reactive oxygen species scavengers, antiinflammatory drugs, and calcium-channel blockers on carbon dioxide pneumoperitoneum-enhanced adhesions in a laparoscopic mouse model. *Surg Endosc.* 2007;21(10):1826–34. doi: 10.1007/s00464-007-9296-7.
3. Binda M.M., Molinas C.R., Bastidas A., Koninckx P.R. Efficacy of barriers and hypoxia-inducible factor inhibitors to prevent CO₂ pneumoperitoneum-enhanced adhesions in a laparoscopic mouse model. *Journal of Minimally Invasive Gynecology.* 2007a;14:591–599. doi:10.1016/j.jmig.2007.04.002
4. Binda M.M., Molinas C.R., Hansen P., Koninckx P.R. Effect of desiccation and temperature during laparoscopy on adhesion formation in mice. *Fertil Steril.* 2006 Jul;86(1):166–75. doi: 10.1016/j.fertnstert.2005.11.079
5. Erecinska M., Thoresen M., Silver I.A. Effects of hypothermia on energy metabolism in Mammalian central nervous system. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2003;23(5):513–30. doi: 10.1097/01.WCB.0000066287.21705.21.
6. Ahmad G., O'Flynn H., Hindocha A., Watson A. Barrier agents for adhesion prevention after gynaecological surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;4: CD000475.
7. Bessell J.R., Ludbrook G., Millard S.H., Baxter P.S., Ubhi S.S., Maddern G.J. Humidified gas prevents hypothermia induced by laparoscopic insufflation: a randomized controlled study in a pig model. *Surg Endosc.* 1999;13(2):101–5. doi: 10.1007/s004649900914.
8. Binda M.M., Hellebrekers B.W., Declerck P.J., Koninckx P.R. Effect of Reteplase and PAI-1 antibodies on postoperative adhesion formation in a laparoscopic mouse model. *Surg Endosc.* 2009;23(5):1018–25. doi: 10.1007/s00464-008-0111-x.
9. Binda M.M., Molinas C.R., Koninckx P.R. Reactive oxygen species and adhesion formation: clinical implications in adhesion prevention. *Hum Reprod.* 2003;18(12):2503–7. doi: 10.1093/humrep/deg481.
10. Bruckner B.A., Blau L.N., Rodriguez L. Microporous polysaccharide hemisphere absorbable hemostat use in cardiothoracic surgical procedures. *Journal of Cardiothoracic Surgery;* 2014. p. 9.
11. Demco L. Effect of heating and humidifying gas on patients undergoing awake laparoscopy. *J Am Assoc Gynecol Laparosc.* 2001;8(2):247–51. doi: 10.1016/s1074-3804(05)60585-3.
12. Elkelani O.A., Molinas C.R., Mynbaev O., Koninckx P.R. Prevention of adhesions with crystalloids during laparoscopic surgery in mice. *J Am Assoc Gynecol Laparosc.* 2002;9(4):447–52. doi: 10.1016/s1074-3804(05)60517-8.
13. Hazebroek E.J., Schreve M.A., Visser P., De Bruin R.W., Marquet R.L. and Bonjer H.J. Impact of temperature and humidity of carbon dioxide pneumoperitoneum on body temperature and peritoneal morphology. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2002;12:355–364.

14. Hoffmann N.E., Siddiqui S.A., Agarwal S., McKellar S.H., Kurtz H.J., Gettman M.X., Ereth M.H. Choice of hemostatic agent influences adhesion formation in a rat cecal adhesion model. / Surg Res 2009;155(1):77–81.
15. Hoffmann N.E., Siddiqui SA, Agarwal S. et al. Choice of hemostatic agent influences adhesion formation in a rat cecal adhesion model. J Surg Res. 2009;155:77–81.
16. Hong G., Vilz T.O., Kalff J.C., Wehner S. Peritoneal adhesion formation. Der Chirurg: Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin. 2015;86(2): 175–180.
17. Horiguchi T., Shimizu K., Ogino M., Suga S., Imamasu J. and Kawase T. Postischemic-Hypothermia inhibits the generation of hydroxyl radical following transient forebrain ischemia in rats. J Neurotrauma. 2003;20:511–520.
18. Koninckx P.R., Binda M.M., Corona R., Molinas C.R. Postoperative adhesions and their prevention. In: Reconstructive and Reproductive Surgery in Gynecology, Gomel V, Brill AI (eds). Informa Healthcare: London, 2010; 8–17.
19. Lalountas M., Ballas K.D., Michalakis A., Psarras K., Asteriou C., Giakoustidis D.E., Nikolaidou C., Venizelos I., Pavlidis T.E., Sakantamis A.K. Postoperative adhesion prevention using a statin-containing cellulose film in an experimental model. Br / Surg 2012;99(3): 423–429.
20. Lauder C.I., Garcea G., Strickland A., Maddern G.J. Use of a modified chitosan-dextran gel to prevent peritoneal adhesions in a rat model. J Surg Res. 2011;171(2): 877–882.
21. Lauder C.I., Garcea G., Strickland A., Maddern G.J. Use of a modified chitosan-dextran gel to prevent peritoneal adhesions in a rat model. J Surg Res. 2011;171:877–882.
22. Poehnert D., Abbas M., Kreipe H.H., Klempnauer J., Winny M. High reproducibility of adhesion formation in rat with meso-stitch approximation of injured cecum and abdominal wall. Int J Med Sci 2015;12(1): 1–6.
23. Poehnert D., Abbas M., Kreipe H.-H., Klempnauer J., Winny M. High reproducibility of adhesion formation in rat with meso-stitch approximation of injured cecum and abdominal wall. Int J Med Sci. 2015;12:1–6.
24. Poehnert D., Abbas M., Kreipe H-H., Klempnauer J., Winny M. Evaluation of 4DryField® PH as Adhesion Prevention Barrier Tested in an Optimized Adhesion Model (OPAM) in Rats. European Surgical Research 2015;55(4): 341–351.
25. Poehnert D., Abbas M., Kreipe H-H., Klempnauer J., Winny M. Evaluation of 4DryField® PH as Adhesion Prevention Barrier Tested in an Optimized Adhesion Model (OPAM) in Rats. Eur Surg Res. 2015;55:341–51.
26. Poehnert D., Grethe L., Maegel L. et al. Evaluation of the Effectiveness of Peritoneal Adhesion Prevention Devices in a Rat Model. Int J Med Sci. 2016;13:524–532.
27. Pouly J.L., Seak-San S. Adhesions: Laparoscopy versus laparotomy. Surgery on the peritoneum. Springer, New York, 2000; 183–192.
28. Singh P., Vasques D., Deleon F. Microporous Polysaccharide Hemospheres for Adhesion Prevention: A Randomized Controlled Trial. Journal of Gynecologic Surgery. 2013;29:196–202.
29. ten Broek R.P.G., Stommel M.W.J., Strik C., van Laarhoven C.JHM., Keus F., van Goor H. Benefits and harms of adhesion barriers for abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis. The Lancet 2014;383(9911): 48–59.

© Магомедов Мухума Магомедович (muxuma@mail.ru),

Иманалиев Магомед Расулович (imanaliev@mail.ru), Магомедов Магомед Арсенович (Araenovich222@mail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА СКРИНИНГА POSSUM И P-POSSUM В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ И СМЕРТНОСТИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХЕ

POSSUM AND P-POSSUM SKIRING ASSESSMENT IN PREDICTION OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS AND MORTALITY IN MECHANICAL JAUNDICE

**M. Magomedov
M. Khamidov
Kh. Magomedov**

Summary. Purpose. Evaluation of the feasibility of using POSSUM and P-POSSUM as a risk assessment system as a tool for effectively predicting mortality and morbidity from obstructive jaundice.

Material and methods. A randomized prospective study of 179 patients over the age of 50 (mean age 58.9 ± 10.4 years) with obstructive jaundice was carried out. Among the patients there were 75 (41.9%) men and 104 (58.1%) women. The following diseases were diagnosed: gastrointestinal tract complicated by obstructive jaundice ($n = 128$); papillostenosis complicated by obstructive jaundice ($n = 21$); postcholecystectomy syndrome of complicated breast ($n = 10$); choledocholithiasis in combination with papillomasthenosis ($n = 12$); obstructive jaundice of non-calculous etiology (excluding tumor genesis) ($n = 8$). The results of physiological parameters collected from the patient records were evaluated according to the POSSUM and P-POSSUM scores. Then the predicted rates of morbidity and mortality of all studied groups were compared with the observed rates and a statistical analysis was carried out.

Results. Using the POSSUM incidence score, the observed versus expected ratio of 0.89 showed no difference ($P = 0.969$). Using mortality scores POSSUM and P-POSSUM, ratios of observed and expected 0.75, 1.03, respectively, were obtained; the differences were not significant ($p = 0.653$, $p = 0.889$). All two points were comparable on the receiver response curve.

Conclusions. POSSUM accurately predicted mortality and morbidity in patients undergoing surgery for obstructive jaundice. The study showed that POSSUM can identify patients who needed special attention during treatment.

Keywords: POSSUM, risk assessment system, obstructive jaundice, operational risk, physiological and operational assessment of severity.

Магомедов Мухума Магомедович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»
tixhita@mail.ru

Хамидов Магомед Ахмедович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»

Магомедов Хасай Магомедалиевич

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»

Аннотация. Цель. Оценка целесообразности использования POSSUM и P-POSSUM в качестве системы оценки риска как инструмента эффективного прогнозирования смертности и заболеваемости от механической желтухи.

Материал и методы. Проведено рандомизированное проспективное обследование 179 пациентов в возрасте старше 50 лет (средний возраст $58,9 \pm 10,4$ года) с заболеванием механической желтухой. Среди пациентов было 75 (41,9%) мужчин и 104 (58,1%) женщин. Было диагностированы следующие заболевания: ЖКТ осложненной механической желтухой ($n = 128$); папиллостеноз осложненный механической желтухой ($n = 21$); постхолецистэктомический синдром осложненной МЖ ($n = 10$); холедохолитиаз в сочетании папиллостенозом ($n = 12$); механическая желтуха не калькулёзной этиологии (исключением опухолевого генеза) ($n = 8$). Результаты физиологических параметров, собранные из записей пациентов, оценивались по баллам POSSUM и P-POSSUM. Затем прогнозируемые показатели заболеваемости, смертности всех исследуемых групп сравнивались с наблюдаемыми показателями и проведен статистический анализ.

Результаты. Используя балл заболеваемости POSSUM, наблюдаемое и ожидаемое соотношение 0,89 не показало разницы ($P = 0,969$). Используя баллы смертности POSSUM и P-POSSUM, были получены соотношения наблюдаемой и ожидаемой 0,75, 1,03 соответственно, различия не были значимыми ($p = 0,653$, $p = 0,889$). Все два балла были сопоставимы по кривой характеристики приемника.

Выводы. POSSUM точно предсказал смертность, так и заболеваемость у пациентов перенесших оперативное вмешательство по поводу механической желтухи. Исследование показало, что POSSUM может выявить пациентов, которым требовалось особое внимание по ходу лечения.

Ключевые слова: POSSUM, система оценки рисков, механическая желтуха, операционный риск, физиологическая и операционная оценка тяжести.

Введение

В последние годы отмечается прогрессирующим рост числа больных с механической желтухой, проблема лечения которых остается одной из нерешенных в абдоминальной хирургии. Летальность при этом составляет 10–25%, а в старшей возрастной группе достигает 45% [1–2]. Это обусловлено широким спектром послеоперационных осложнений, из которых наиболее грозным является прогрессирующая печеночная недостаточность [2]. Возникновение печеночной недостаточности при холемии в значительной степени сопряжено со структурно-функциональной дезорганизацией клеточных и субклеточных мембран гепатоцитов. Для расчета показателей послеоперационных осложнений и летальности, используются физиологический и операционный баллы (Possum) и методы оценки риска Портсмут-Possum (P-Possum) [2,3]. Система подсчета баллов Possum была создана Copeland et al в 1991 году [3], которые использовали предоперационные физиологические баллы и интраоперационные хирургические баллы пациентов для прогнозирования частоты послеоперационных осложнений и смертности среди пациентов, чтобы оценить риск операции [4,5].

Материал и методы

В этом исследовании изучалась безопасность хирургического вмешательства у 179 пациентов, поступивших в клинику для лечения механической желтухи. Для прогнозирования частоты послеоперационных осложнений и смертности использовались балльные системы POSSUM и P-POSSUM. Затем эти показатели сравнивались с фактическими данными, чтобы определить их клиническую прогностическую способность, что могут ли эти две системы обеспечить эффективный анализ оценки хирургического риска у пациентов, перенесших операции при механической желтухе. Критерии включения были следующими: пациенты в возрасте ≥ 50 лет, перенесшие хирургическое лечение при механической желтухе, давшие информированное согласие на проведение данного исследования; согласившиеся пройти последующее обследование через 30 дней после операции. Критериями исключения были: пациенты в плохом физическом состоянии, которые не могли перенести операцию; пациенты, которые не согласились участвовать в исследовании; и прерывание послеоперационного наблюдения по различным причинам, приводящее к невозможности определить послеоперационные осложнения и смертность пациентов в течение 30 дней после операции. Все включенные пациенты и их семьи дали письменное информированное согласие.

Possum включал в себя 12 баллов по физиологическое состояние (ФС) и шесть баллов по операцион-

ной степени тяжести (ОС). Каждая переменная имела 4-уровневую классификацию, с увеличением баллов (1, 2, 4, 8). При отсутствии данных присвоенный балл составлял (1,4,8) конкретные правила начисления баллов приведены в (табл. 1). В предоперационных физиологических показателях использовались данные, наиболее близкие ко времени операции. Выборные хирургические показатели были собраны в течение 24 ч до операции, а экстренные хирургические показатели - в течение 6 ч до операции. Интраоперационные показатели основывались на хирургических и анестезиологических записях. Данные были внесены в клиническую базу данных другой группой немедицинских специалистов. Подставляя ФС и ОС в регрессионные уравнения, балльная система POSSUM предсказывала частоту послеоперационных осложнений (R1) и смертность (R2), а P-POSSUM предсказывал послеоперационную смертность (R). Формула расчета [4,5] была следующей:

$$\begin{aligned}(1 - R1) &= -5,91 + 0,16 \times \text{ФС} + 0,19 \times \text{ОС} \\(1 - R2) &= -7,04 + 0,13 \times \text{ФС} + 0,16 \times \text{ОС} \\(1 - R) &= -9,065 + 0,1692 \times \text{ФС} + 0,1550 \times \text{ОС}\end{aligned}$$

Подставляя ФО и ОС каждого пациента в различные уравнения регрессии выше, мы получили коэффициент риска осложнений и коэффициент риска смертности, предсказанный POSSUM или P-POSSUM, а затем преобразовали коэффициент риска в процент. Используя прогнозируемую частоту осложнений и смертность каждого пациента, мы смогли вывести общую прогнозируемую частоту осложнений и смертность всех 179 пациентов.

Регистрировались фактические данные о послеоперационных осложнениях и смертности пациентов, которые были разделены на группу осложнений, группу смертности, группу без осложнений и группу выживаемости.

Осложнения были определены как любое событие, происходящее в течение 30 дней после операции, которое требовало лечения, не применяемого обычно в течение послеоперационного периода. Пациенты, умершие в течение 30 дней после операции, были зарегистрированы как умершие. Данные о послеоперационных осложнениях и смертности вводились в базу данных и сравнивались с данными POSSUM и P-POSSUM.

Конкретные показатели наблюдения были следующими:

1. общее состояние пациентов;
2. частота осложнений и смертность, прогнозируемые баллами;
3. фактические типы осложнений, частота осложнений и смертность;

Таблица 1. Параметры, используемые для расчета балла POSSUM

Количество лейкоцитов ($10^3/л$)	4–10	16,1–17,0 10,1–20,0 3,1–4,0	17,1–18,0 ≥ 20,1 ≤ 3,0	≥ 18,1
Мочевина (ммоль/л)	≤ 7,5	7,6–10,0	10,1–15,0	≥ 15,1
Натрий (ммоль/л)	≥ 136	131–135	126–130	≤ 125
Калий (ммоль/л)	3,5–5,0	3,2–3,4	2,9–3,1	≤ 2,8
		5,1–5,3	5,4–5,9	≥ 6,0
Электрокардиограмма	Нормальный		Мерцательная аритмия (частота 60–90)	Любые нарушения ритма или ≥ 5 эктопик/мин, или Q-волны, или изменения волны ST/T
Оперативная тяжесть	Незначительный	Слабо выраженный	Умеренный	Сильный
Несколько процедур	1		2	≥ 2
Общая кровопотеря (мл)	≤ 100	101–500	501–999	≥ 1000
Перитонеальный выпот	Нет	Незначительная (серозная жидкость)	Местный гной	Гной или кровь всех отделах
Злокачественная опухоль	Нет	Только первичный	Узловые метастазы	Отдаленные метастазы
Способ хирургического вмешательства	Выборный		Возможна экстренная реанимация > 2 ч, операция >	Неотложная помощь (неотложная хирургия)

- сравнение данных ФС, ОС, POSSUM между группами осложнений и без осложнений;
- сравнение данных ФС, ОС, POSSUM между группами смертности и выживаемости;
- стратифицированный анализ сравнения степени совпадения (наблюдаемое/ожидаемое, отношение н/о между прогнозируемыми и фактическими показателями осложнений в различных подгруппах;
- кривая рабочей характеристики приемника (ROC), которая была использована для дальнейшей оценки точности POSSUM в прогнозировании частоты осложнений.

Результаты

Средний возраст 179 пациентов 75 (41,9%) мужчин и 104 (59,1%) женщин. Были диагностированы следующие клинические состояния: ЖКБ осложненной МЖ (n = 128); папиллостеноз осложненный МЖ (n = 21); ПХЭС осложненной МЖ (n = 10); холедохолитиаз в сочетании папиллостенозом (n = 12); МЖ не калькулезной этиологии (исключением опухолевого генеза) (n = 8).

Прогнозируемая частота осложнений и фактическая частота составили 21,57% и 16,88% соответственно (p = 0,1760, p = 1,809). Прогнозируемый уровень смертности фактический показатель составили 4,52% и 1,09%

соответственно (p = 0,0113, $\chi^2 = 6,181$). Прогнозируемая P-POSSUM смертность составила 1,39% (p = 0,8036, $\chi^2 = 0,1348$).

Балл ФС в группе осложнений был выше, чем в группе без осложнений (p = 0,0003, t = 3,869).

Балл ОС в группе осложнений был выше, чем в группе без осложнений (p < 0,0001, t = 5,718).

Балл опоссума в группе осложнений также был выше, чем в группе без осложнений (p < 0,0001, t = 5,11) (табл. 2).

Были классифицированы послеоперационные осложнения, подсчитано количества заболевания и рассчитана частота встречаемости. Результаты приведены в таблице 3.

Показатели ФС, ОС и POSSUM в группе смертности были выше, чем в группе выживания. Однако, поскольку было всего восемь случаев смерти, размер группы смертности был слишком мал, чтобы точно отразить общую ситуацию в таблице 4.

Предсказанная POSSUM частота осложнений (R1) была стратифицирована, и результаты показали, что предсказанное число осложнений и фактическое чис-

Таблица 2. Сравнение прогнозных и фактических значений POSSUM и P-POSSUM

Группа	Частота осложнений, (%)	Без осложнений	Смертность, (%)	Нет летальности
POSSUM	22,38	59	4,59*	12
P- POSSUM	–	–	1,42	4
Фактическое значение	17,76	46	1,09	3

Примечание: *Указывает P

Таблица 3. Виды, количество и частота осложнений

Типы	Число случаев	Частота осложнений, (%)
Кишечная непроходимость	1	0,37
Панкреатический свищ с кровотечением	1	0,37
Панкреатический свищ	1	0,37
Аритмия	2	0,73
Плевральный выпот	1	0,37
Послеоперационное кровотечение	3	1,09
Острая почечная недостаточность	1	0,37
Тромбоз глубоких вен	1	0,37
Инфекция подкожной клетчатки	5	1,82
Инсульт	1	0,37
Инфекция мочевыводящих путей	5	1,82
Септический шок	1	0,37
Абсцесс печени	1	0,37
Дисфункция печени	5	1,82
Перитонеальный выпот	2	0,73
Динамическая кишечная непроходимость	1	0,37
Тромбоэмболия легочной артерии		
Легочная инфекция	5	1,82
Желчный свищ	5	1,82
Всего	43	17,72

Таблица 4. Сравнение групп смертности и выживаемости

Группа	Число случаев	ФС	ОС	POSSUM
Группа смертности	8	29,17±7,11	17,13±2,28	47,20±5,11
Группа выживания	136	15,04±3,16	10,0±2,16	26,11±4,29

Примечание: ФС — физиологический балл; ОС — операционный балл тяжести; POSSUM- физиологический и операционный балл тяжести для перечисления смертности и заболеваемости.

ло осложнений в разных подгруппах были одинаковыми. Согласованность соотношения н/о была близка к 1, что говорит о том, что POSSUM был более точен в прогнозировании частоты осложнений в различных подгруппах (табл. 5).

Кривая ROC была использована для дальнейшей оценки точности POSSUM в прогнозировании частоты осложнений. Чем ближе значение площади под кривой (AUC) к 1, тем лучше прогностические эффекты. Результаты показали, что AUC составил 0,76, что указывает на то, что POSSUM был до некоторой степени точен в прогнозировании частоты осложнений (рис. 1).

Это исследование доказывает, что POSSUM может точно прогнозировать частоту послеоперационных осложнений у пациентов механической желтухой.

Кроме того, в этом исследовании баллы ФС, ОС и POSSUM и R1 пациентов с осложнениями сравнивались с таковыми у пациентов без осложнений.

Обсуждение

Это исследование доказывает, что POSSUM может точно прогнозировать частоту послеоперационных осложнений у пациентов механической желтухой.

Таблица 5. Стратифицированный анализ прогнозируемой частоты осложнений

R1 (%)	Число случаев	Средняя частота осложнений	Прогнозируемое количество осложнений	Фактическое количество осложнений	н/о
0–10	31	0,08	12	4	0,67
11–20	41	0,14	10	4	0,82
21–30	48	0,26	6	10	0,67
31–40	25	0,34	10	9	0,75
41–50	17	0,44	6	6	0,75
51–60	8	0,56	4	5	1,25
61–70	2	0,68	1	1	1
71–80	2	0,77	2	1	0,5
81–90	1	0,83	1	1	1
91–100	2	0,95	2	2	1
Всего	179	–	51	43	–

Примечание: R1 — частота осложнений, прогнозируемая по шкале физиологической и операционной тяжести для подсчета смертности и заболеваемости (POSSUM); н/о — наблюдаемая/ожидаемая.

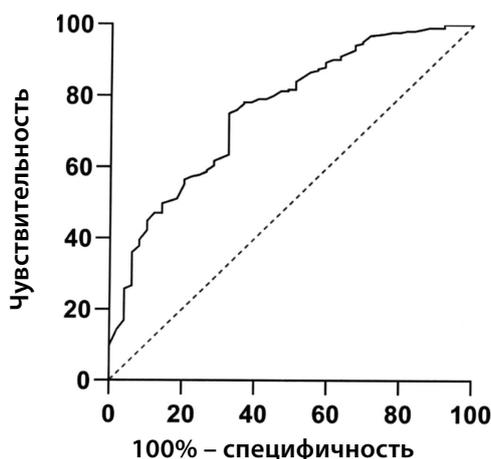


Рис. 1. Кривая ROC для протезирования частоты осложнений с опоссумом

Примечание: ROC-операционная характеристика приемника; POSSUM-оценка физиологической и операционной тяжести для подсчета смертности и заболеваемости.

Кроме того, в этом исследовании баллы ФС, ОС и POSSUM, и R1 пациентов с осложнениями сравнивались с таковыми у пациентов без осложнений.

Результаты

показали, что пациенты с осложнениями имели более высокие баллы ФС, ОС и POSSUM, а также высокий R1. Эти различия были статистически значимыми, что подчеркивает точность POSSUM в прогнозировании частоты осложнений с другой стороны. Таким же образом сравнивались группы смертности и выживаемости. В то время как ОС, POSSUM, R2 и R группы смертности были значительно выше, чем в группе выживаемости,

значимых межгрупповых различий в отношении ФС не наблюдалось. Основной причиной может быть то, что число смертей было относительно небольшим, и различия в размере выборки между двумя группами привели к различиям в результатах.

Применение POSSUM и P-POSSUM в оценке хирургического риска у пациентов старше 50 лет, перенесших операции на гепатобилиарной системе.

Чтобы дополнительно оценить точность POSSUM в прогнозировании частоты осложнений, в этом исследовании иерархически анализировалась степень совпадения (отношение н/о между прогнозируемой частотой

осложнений и фактической частотой осложнений в различных подгруппах. Коэффициент n/o — это отношение фактического значения к прогнозируемому значению и в основном отражает прогностическую способность системы оценки прогноза. Чем ближе отношение n/o к 1, тем лучше эффективность прогнозирования.

Стратифицированный анализ показал, что, хотя коэффициенты n/o различались, все они были близки к 1, что указывало на то, что POSSUM частоту осложнений. Мы также вычислили площадь под кривой ROC. При $0,5 < AUC < 0,7$ точность была ниже; при $0,7 \leq AUC$.

Таким образом, POSSUM продемонстрировал некоторую точность в предсказании частоты осложнений. Эти результаты свидетельствуют о том, что POSSUM может быть использован в качестве инструмента прогнозирования частоты послеоперационных осложнений у пациентов при механической желтухе. Это согласуется с результатами других исследований [6,7].

Наши результаты отражают простоту, точность, эффективность и осуществимость POSSUM и P- POSSUM. Исследование также показало, что некоторые пожилые пациенты имеют в целом лучшее здоровье, чем другие. Это указывает на то, что возраст больше не является синонимом неблагоприятных хирургических результатов, и безопасность и необходимость операции должны анализироваться на основе индивидуальных результа-

тов оценки. Мы рекомендуем рутинное использование POSSUM и P-POSSUM при оценке послеоперационного риска у пациентов механической желтухи.

Такие протоколы могли бы облегчить разработку индивидуальных хирургических планов и улучшить качество жизни пациентов.

ВЫВОД

Ограничением данного исследования является небольшой размер выборки. Однако результаты нашего исследования позволяют предположить, что балльная система POSSUM может быть использована в качестве инструмента прогнозирования смертности и заболеваемости пациентов, оперированных по поводу механической желтухи. Включение таких факторов, как кровотечение время операции и сопутствующий патологический статус, может улучшить систему подсчета очков. Строгая бдительность и оперативная коррекция валидированных факторов могут улучшить общее состояние пациента и снизить смертность и заболеваемость. Исследования с большим объемом выборки могут еще больше подтвердить правильность этой системы подсчета очко. Кроме того, необходимо обеспечить общую осведомленность, ранее направление, раннюю диагностику механической желтухи и своевременное лечение, чтобы сократить время до операции и контролировать сопутствующие заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрашев Е.Б., Мырзагулова А.О., Баймаханов Ж.Б., Абдиев Н.М. Пути оптимизации хирургической помощи пациентам с синдромом механической желтухи //Вестник хирургии Казахстана. 2017. — № 1. — С. 35–37.
2. Михайличенко В.Ю., Кисляков В.В., Резниченко А.М., Самарин С.А. Современные аспекты хирургического лечения синдрома механической желтухи //Современные проблемы науки и образования. 2019. — № 3. — С. 17–20.
3. Copeland G.P., Jones D., Walters M. POSSUM: a scoring system for surgical audit. Br J Surg. — 1991. — Vol. 78. № 3. — P. 355–360.
4. de Castro S.M., Houwert J.T., Lagarde S.M., Reitsma J.B., Busch O.R., van Gulik T.M., et al. Evaluation of POSSUM for patients undergoing pancreatoduodenectomy. World J Surg. — 2009. — Vol. 33. — С. 481–487.
5. Stonelake S., Thomson P., Suggett N. Identification of the high risk emergency surgical patient: Which risk prediction model should be used? Ann Med Surg (Lond). — 2005. — Vol. 4. — P. 240–247.
6. Tyagi A., Nagpal N., Sidhu D.S., Singh A., Tyagi A. Portsmouth physiological and operative severity score for the Enumeration of Mortality and morbidity scoring system in general surgical practice and identifying risk factors for poor outcome. J Nat Sci Biol Med. — 2017. Vol. 8. № 1. — P. 22–25.
7. Ying L., Bo B., Huo-Yan W., Hong Z. Evaluation of a modified POSSUM scoring system for predicting the morbidity in patients undergoing lumbar surgery. Indian J Surg. — 2014. — Vol. 4. № 4. — P. 212–216.

© Магомедов Мухума Магомедович (muhuma@mail.ru),

Хамидов Магомед Ахмедович, Магомедов Хасай Магомедалиевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ТЕРАПИИ КЛИМАКТЕРИЧЕСКОГО И ПОСТОВАРЭКТОМИЧЕСКОГО СИНДРОМОВ

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF LIFE IN THE USING VARIOUS TREATMENT REGIMENS FOR CLIMACTERIC AND POSTOVARECTOMY SYNDROMES

I. Neufeld
I. Bobyleva
A. Zhirnyakov
I. Rogozhina

Summary. The article discusses the possibility of improving the quality of life in patients with climacteric (CS) and postovarectomy (POES) syndromes. 95 women with POES (main IA (n = 48), comparisons IB (n = 47)) and 135 women with CS (main IIA (n = 68), comparisons IIB (n = 67)) were included. All underwent menopausal hormone therapy (MHT), in the main groups — in combination with rhythmic transcranial magnetic stimulation (rTMS). It has been proven that the inclusion of CS and POES in treatment along with MHT rTMS improves the quality of life, to a greater extent the psychological component.

Keywords: menopause, climacteric syndrome, postovarectomy syndrome, quality of life, transcranial magnetic therapy, running magnetic field.

Нейфельд Ирина Вольдемаровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный медицинский университет
им. В.И. Разумовского» МЗ РФ
iwn1812@yandex.ru

Бобылева Ирина Владимировна

Врач-акушер-гинеколог, ООО «ММК «СОБА», Саратов
bobyleva_i@mail.ru

Жирняков Антон Ильич

Доцент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
университет имени Г.Р. Державина»
anton.zhirnyakov@mail.ru

Рогожина Ирина Евгеньевна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный медицинский университет
им. В.И. Разумовского» МЗ РФ
kafed-ra@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность повышения качества жизни у пациенток при климактерическом (КС) и постоварэктомическом (ПОЭС) синдромах. Включено 95 женщин с ПОЭС (основная IA (n=48), сравнения IB (n=47)) и 135 — с КС (основная IIA (n=68), сравнения IIB (n=67)). Всем проводилась менопаузальная гормональная терапия (МГТ), в основных группах — в сочетании с ритмической транскраниальной магнитной стимуляцией (рТМС). Доказано, что включение в лечение КС и ПОЭС наряду с МГТ рТМС повышает качество жизни, в большей степени психологического компонента.

Ключевые слова: менопауза, климактерический синдром, постоварэктомический синдром, качество жизни, транскраниальная магнитотерапия, бегущее магнитное поле.

Отмечающаяся в развитых странах мира инверсия возрастной «пирамиды» обусловлена общим повышением продолжительности жизни и приводит к росту популяции людей старшего возраста, следовательно, закономерно увеличивает длительность пребывания женщины в периоде климактерия.

Климактерий, не являясь собственно заболеванием, обуславливает возникновение и доминирование симптомов, свидетельствующих о дефиците половых стероидов и нередко включает в себя приливы, ночные поты, эмоциональную лабильность, тревожность, нарушение сна, урогенитальные расстройства, снижение либидо и сексуальности, повышение риска развития

сердечно-сосудистых, обменно-эндокринных заболеваний и остеопороза [1].

При хирургической менопаузе, в частности вследствие тотальной оварэктомии, на фоне остро возникшего эстрогенодефицита, как правило, возникает так называемый постоварэктомический синдром (ПОЭС), клинически схожий с климактерическим синдромом (КС) [1].

Безусловно, наиболее эффективным патогенетическим методом лечения климактерических расстройств при КС и ПОЭС, а также профилактики обменных нарушений является менопаузальная гормональная терапия (МГТ) [1,2]. При этом, как подчеркнута в российских

и международных клинических рекомендациях, гормональная терапия должна являться лишь частью общей стратегии сохранения и поддержания здоровья женщин, включающей рекомендации, касающиеся образа жизни, диеты, адекватной физической активности, отказа от курения и злоупотребления алкоголем [2].

Более того в рекомендациях российских и международных организаций по коррекции менопаузальных расстройств в числе главных принципов значится оптимизация качества жизни и обеспечение мероприятий, направленных на долгосрочное благополучие женщин [2–4]. К сожалению, нередко акушеры-гинекологи к числу «общих» относят вопросы, касающиеся качества жизни. При этом вопрос об изменении качества жизни, к примеру, согласно общепринятой лечебной тактике следует задать пациентке, пришедшей на консультацию через два-три месяца от начала МГТ, чтобы оценить эффективность и переносимость назначенного ранее лечения. Однако до сих пор вопросам снижения качества жизни женщин уделяется недостаточно внимания [1–4], несмотря на то, что снижение этого показателя вследствие разнообразных менопаузальных симптомов фактически является главной причиной обращения женщин за медицинской помощью.

Учитывая то, что около 75% женщин отмечают положительное влияние МГТ на имеющиеся у них симптомы [4], а также то, что использование МГТ ограничено из-за имеющихся абсолютных и относительных противопоказаний к ее назначению, актуальным является не только разработка безопасных подходов к коррекции климактерических расстройств, но и поиск таких способов терапии, которые действовали бы на несколько звеньев патогенеза КС, ПОЭС и обеспечивали как лечебный эффект, так и положительный эффект последствия.

В гинекологической практике имеется опыт применения методик немедикаментозной коррекции климактерических расстройств, зарекомендовавших себя эффективными в коррекции нарушений оси гипоталамус-гипофиз-яичники и способных оказывать модулирующее воздействие на вегетативную нервную систему и на психоэмоциональный статус [1,5].

Несмотря на имеющиеся теоретические предпосылки, ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция (рТМС) низкоинтенсивным бегущим полем до настоящего времени не нашла должного применения в лечении пациенток с КС [5]. Более того в доступных нам источниках мы не нашли указания на применение ее в лечебных схемах у пациенток с ПОЭС.

Исходя из вышесказанного, очевидна актуальность анализа эффективности и безопасности применения

рТМС низкоинтенсивным бегущим полем в сочетании с препаратами МГТ при терапии климактерических расстройств у пациенток с КС и ПОЭС.

Цель настоящего исследования — провести сравнительный анализ оценки эффективности и влияния на качество жизни пациенток с КС и ПОЭС монорежима препаратами МГТ и комбинации препаратов МГТ с рТМС низкоинтенсивным бегущим магнитным полем.

Материал и методы

В настоящей работе нами было обследовано и пролечено 230 пациенток с климактерическими расстройствами, из которых у 95 человек они отмечались при хирургической постменопаузе, у 135 человек — при естественной постменопаузе.

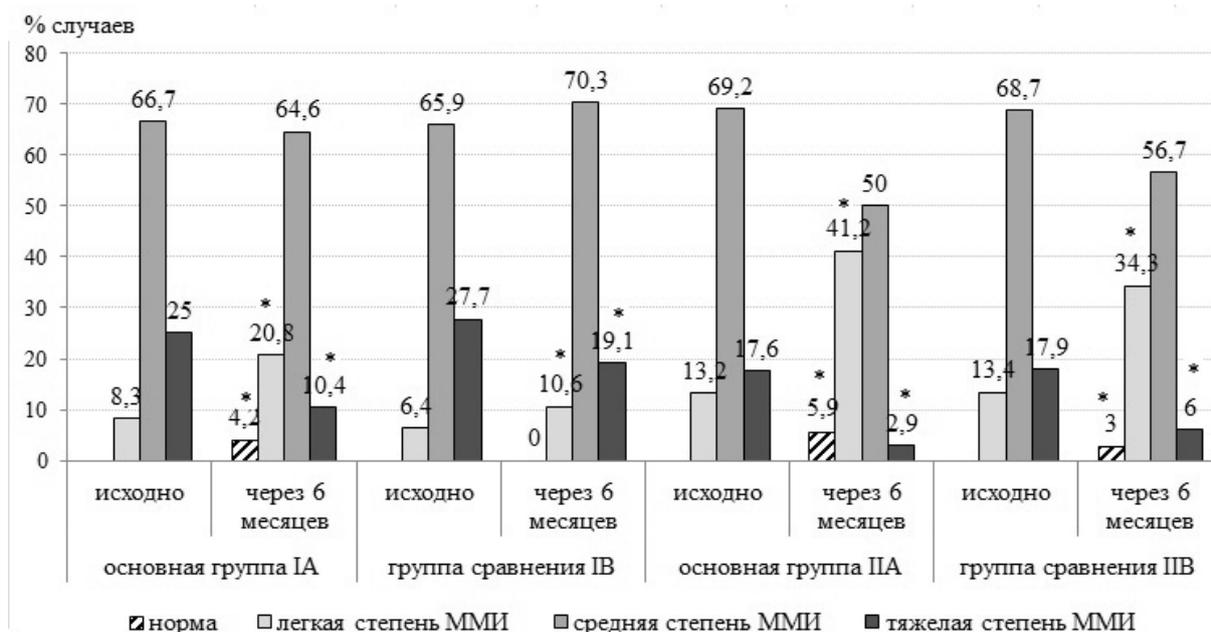
В зависимости от проводимого лечения пациентки случайным образом были распределены в группы — основную и сравнения. Таким образом нами были сформированы в случаях хирургической менопаузы — основная группа IA (n=48), и группа сравнения IB (n=47), в случаях естественной менопаузы — основная группа IIA (n=68) и группа сравнения IIB (n=67).

Пациентки обеих групп в целях коррекции климактерических расстройств получали МГТ: при хирургической постменопаузе — эстрадиол гемигидрат ежедневно в лекарственной форме трансдермального геля; при естественной — эстрадиол гемигидрат трансдермально и микронизированный прогестерон 100 мг внутрь в непрерывном режиме.

Пациенткам основной группы добавлялся курс рТМС бегущим импульсным магнитным полем, состоящим из 10 процедур, проводимых через день. Транскраниальная магнитотерапия бегущим импульсным магнитным полем проводилась с помощью физиотерапевтического аппарата «АМО-АТОС-Э» с применением приставки «Оголове» (Рег. Уд. Минздрава РФ № ФСР 2009 / 04781 от 06.05.2009, производство ООО «ТРИ-МА», г. Саратов). Частота модуляции для первых двух процедур устанавливалась 1 Гц в течение 5-ти минут, с последующим постепенным увеличением экспозиции на 1 минуту, до 10 минут и частоты модуляции до 10 Гц, курсом 10 дней.

Оценка тяжести климактерических расстройств проводилась по индексу Купермана (1959) в модификации Е.В. Уваровой [1], рассчитывался модифицированный менопаузальный индекс (ММИ).

Оценка качества жизни больных проводилась при помощи опросника «SF-36 Health Status Survey» (SF-36).



Примечание: * статистически значимые различия по отношению к исходным данным до лечения.

Рис. 1. Сравнительная характеристика динамики количества случаев (в %) среди пациенток с ПОЭС и КС в ходе лечения

Показатели каждой шкалы варьируют между 0 и 100, где 100 соответствует полному здоровью.

Статистический анализ проводился с использованием программного пакета Statistica (версия 7.0). Проверка гипотезы на нормальность исходных данных выполнена с помощью критерия Колмогорова-Смирнова, при этом распределение признаков было нормальным. Результаты представляли в виде средних значений (M) и стандартного отклонения (SD). При оценке качественных показателей вычисляли абсолютные и относительные частоты наблюдений (абс.,%). Различия между двумя средними значениями параметров оценивали по t-критерию Стьюдента, качественными — по критерию χ^2 Фишера (статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение

На момент обследования средний возраст пациенток с хирургической менопаузой составил $47,9 \pm 2,2$ лет, с естественной — $53,6 \pm 1,7$ года ($p = 0,042$); в среднем хирургическая менопауза наступила в $47,1 \pm 1,1$ лет, естественная — в $51,8 \pm 1,5$ год ($p = 0,012$). Несмотря на вышеуказанные различия, женщины, включенные с менопаузальными расстройствами в исследование, были сравнимы по длительности эстрогенодефицитного состояния, которое составило $2,8 \pm 0,6$ года ($p = 1,04$).

Все пациентки исходно предъявляли жалобы на нейровегетативные, психоэмоциональные, обменно-эндокринные нарушения, при этом значения ММИ у пациенток рассматриваемых групп значительно различались между собой: при ПОЭС — $57,8 \pm 1,1$ баллов, при КС — $49,7 \pm 0,9$ баллов ($p < 0,001$).

Заслуживает внимание факт того, что проводимая в группах терапия способствовала уменьшению проявлений климактерических расстройств у всех женщин, однако у пациенток в случаях лечения препаратами МГТ в сочетании с рТМС стволовых структур низкоинтенсивным бегущим магнитным полем динамика параметров ММИ была более значимая как при ПОЭС, так и при КС (рис. 1).

Так, через полгода терапии пациенток с ПОЭС увеличение числа случаев с легкой степенью ММИ в основной группе IA относительно исходных данных произошло в 2,5 раза, в то время как в группе сравнения IB в 1,7 раз; динамика числа случаев пациенток со средней степенью ММИ была не значимой как в основной группе IA, так и в группе сравнения IB; уменьшение количества пациенток с тяжелой степенью ММИ в основной группе IA отмечено в 2,4 раза, в группе сравнения IB в 1,4 раз (рис. 1).

Лечение менопаузальных расстройств через 6 месяцев у пациенток с КС привело к возрастанию количества случаев с легкой степенью ММИ в основной группе IIA относительно исходных данных в 3,1 раза, в то вре-

Таблица 1. Динамика общих параметров качества жизни по опроснику SF-36 у пациенток рассматриваемых групп

Исучаемые параметры	основная группа IA (n=48)	группа сравнения IB (n=47)	основная группа IIA (n=68)	группа сравнения IIB (n=67)	p ¹⁻²	p ³⁻⁴
	1	2	3	4		
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
общий физический компонент здоровья:						
исходно	57,2 (2,08)	57,2 (3,28)	68,4 (2,52)	68,3 (3,44)	0,99	0,98
через 6 месяцев	67,9 (1,15)* p<0,01	64,5 (1,13)* p=0,038	80,5 (1,15)* p<0,01	76,5 (1,16)* p=0,026	0,03	0,01
общий психологический компонент здоровья:						
исходно	53,9 (3,66)	53,9 (3,86)	64,1 (4,62)	64,1 (4,12)	0,99	0,99
через 6 месяцев	74,2 (3,43)* p<0,01	63,9 (3,11)* p=0,047	86,7 (2,44)* p<0,01	75,3 (2,07)* p=0,017	0,03	<0,01

Примечание: * статистически значимые различия по отношению к исходным данным до лечения.

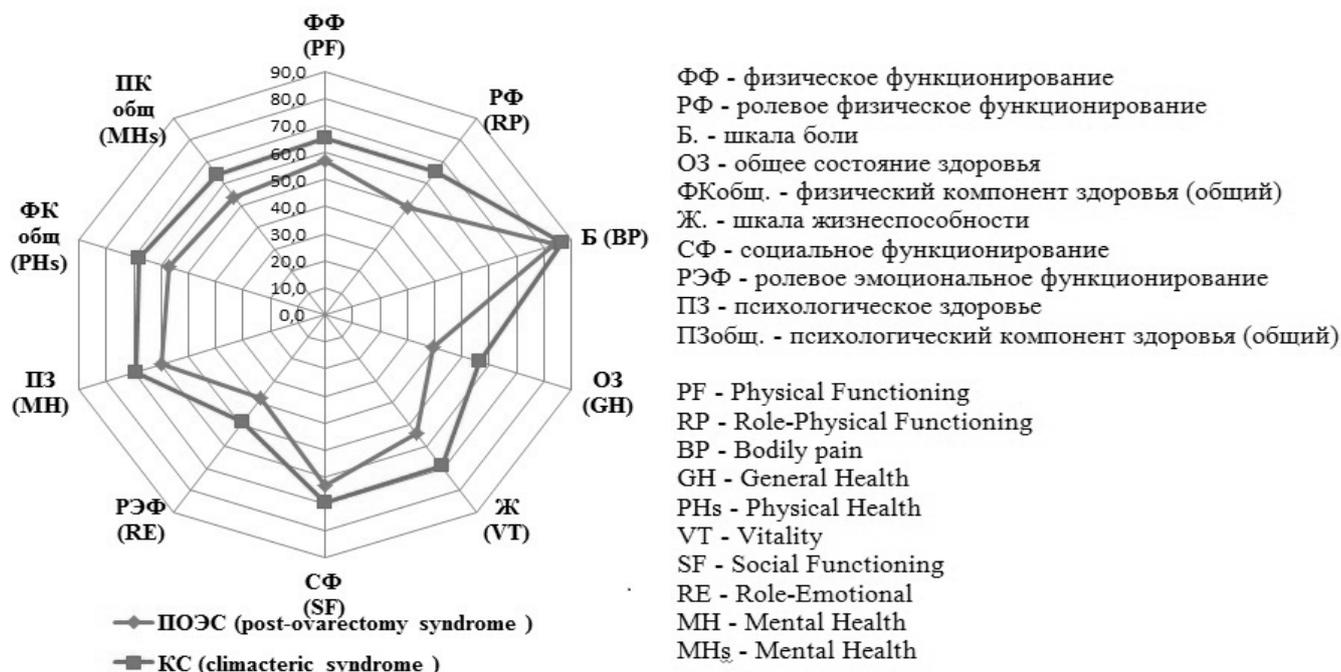


Рис. 2. Сравнительная характеристика исходных параметров качества жизни у пациенток с ПОЭС и КС по шкале опросника SF-36

мя как в группе сравнения IIB в 2,6 раз; динамика числа случаев пациенток со средней степенью ММИ была не значимой как в основной группе IIA, так и в группе сравнения IIB; уменьшение количества пациенток с тяжелой степенью ММИ в основной группе IIA отмечено в 6 раз, в группе сравнения IIB в 3 раза относительно исходных данных (рис. 1).

Обращает на себя внимание и факт того, что состояние полного клинического улучшения через 6 месяцев терапии достигнуто в 4,2% случаев в основной группе IA, в 5,9% случаев в основной группе IA (рис. 1). В то вре-

мя как у пациенток на фоне монорегима препаратами МГТ нормализация клинической картины через 6 месяцев либо не достигнута ни в одном случае (как в группе сравнения IB у женщин с ПОЭС), либо в меньшем проценте случаев, в частности в 3% случаев (как в группе сравнения IIB у женщин с КС).

Исходно на фоне имеющихся клинических проявлений эстрогенодефицита у рассматриваемого нами контингента женщин отмечалось снижение показателей качества жизни по всем шкалам опросника SF-36, что наглядно представлено на рисунке 2.

В динамике лечения пациенток рассматриваемых нами групп изменения по интегративным шкалам опросника оценки качества жизни SF-36 физический и психологический компонент здоровья несколько различались (табл. 1).

В ходе проводимого лечения по шкалам физического и психологического компонентов здоровья общая динамика изменения показателей была положительной у пациенток и с ПОЭС и с КС (табл. 1), однако у пациенток основной группы IA и основной группы IIA отмечались более высокие значения через 6 месяцев терапии по сравнению с аналогичными параметрами у пациенток группы сравнения IB и группы сравнения IIB.

Вывод

Климактерический синдром и в большей степени постоварэктомический синдром у женщин в ранней постменопаузе сопровождаются снижением качества

жизни, как по шкалам физического функционирования, так и психологического.

Схема лечения КС и ПОЭС препаратами менопаузальной гормональной терапии с включением курсов ритмической транскраниальной стимуляции стволовых структур низкоинтенсивным бегущим магнитным полем по сравнению с монотерапией препаратами МГТ эффективнее улучшает параметры качества жизни, при этом более значимые изменения достигаются по шкале, составляющей психологический компонент здоровья.

Включение ритмической транскраниальной стимуляции стволовых структур низкоинтенсивным бегущим магнитным полем в практические алгоритмы комплексной терапии менопаузальных расстройств дает возможность повысить эффективность лечения как климактерического, так и постоварэктомического синдромов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сметник В.П. Медицина климактерия. М.: Литтера, 2009; 848 с.
2. Юренева С.В. Современные подходы к коррекции менопаузальных расстройств. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2017; 80 с.
3. Манухин И.Б. Качество жизни и климактерий. Москва: Литтерра, 2015; 320 с.
4. Gartoulla P, Bell R, Worsley R, Davis S. Menopausal vasomotor symptoms are associated with poor self-assessed work ability. *Maturitas* 2016; 87: 33–39.
5. Алисултанова Л.С., Бобкова А.С., Кочетков А.В., Орехова Э.М. Нейротропная магнитотерапия в лечении больных с климактерическим синдромом. АГ-Инфо (журнал российской ассоциации акушеров-гинекологов) 2008; (4): 34–37.)

© Нейфельд Ирина Вольдемаровна (iwn1812@yandex.ru), Бобылева Ирина Владимировна (bobyleva_i@mail.ru),
Жирняков Антон Ильич (anton.zhirnyakov@mail.ru), Рогожина Ирина Евгеньевна (kafed-ra@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАХОВОЙ ГРЫЖИ

MODERN METHODS OF SURGICAL TREATMENT OF INGUINAL HERNIA

A. Protasov
Mekhaeel Shehata Fakhry Mekhaeel
A. Dzhabiev
A. Kulakova
E. Ibragimov

Summary. The article is devoted to modern methods of surgical treatment of inguinal hernia. The urgency of the problem is shown due to the high prevalence of the disease, the high risk of relapses after surgical treatment. The main methods of surgical treatment of inguinal hernias in modern herniology are described. A comparative analysis of the effectiveness of endoscopic inguinal hernia repair using transabdominal preperitoneal (TARP) and transabdominal extraperitoneal plastic (TER) was performed. The results of the postoperative period are shown, depending on the mesh endoprosthesis used. The advantages and disadvantages of the open and laparoscopic method of hernioplasty are revealed. The effectiveness of the use of tension-free seamless methods of open plastic surgery of inguinal hernia is shown. Modern methods of video endoscopic hernioplasty are described. It is concluded that the variety of existing methods of surgical treatment of inguinal hernias causes the problem of choosing effective methods of surgical intervention, taking into account the risks of chronic pain syndrome and the development of inguinal hernia recurrence.

Keywords: inguinal hernia, endoscopic hernioplasty, laparoscopic hernioplasty, mesh endoprosthesis.

Протасов Андрей Витальевич

Д.м.н. профессор, Российский университет Дружбы Народов
andrei.protasov@bk.ru

Мекхаеэль Шехата Факхри Мекхаеэль

Аспирант, Российский университет Дружбы Народов
Mekhaeel60@yahoo.com

Джабиев Аяз Айдын оглы

Аспирант, Российский университет Дружбы Народов
Dzhabievayaz.3@mail.ru

Кулакова Анна Леонидовна

К.м.н., Ассистент, Российский университет Дружбы Народов
Sable7@bk.ru

Ибрагимов Эльчин Сахават оглы

Аспирант, Российский университет Дружбы Народов
Refaro@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена современным методам хирургического лечения паховой грыжи. Показана актуальность проблемы по причине высокой распространенности заболевания, высокого риска рецидивов после хирургического лечения. Описаны основные методы хирургического лечения паховых грыж в современной герниологии. Проведен сравнительный анализ результативности эндоскопической пластики паховых грыж с использованием трансабдоминальной преперитонеальной (ТАРП) и трансабдоминальной экстраперитонеальной пластик (ТЕР). Показаны результаты послеоперационного периода в зависимости от используемого сетчатого эндопротеза. Раскрыты преимущества и недостатки открытого и лапароскопического метода герниопластики. Показана эффективность использования безнатяжных бесшовных методов открытой пластики паховой грыжи. Описаны современные методики видеоэндохирургической герниопластики. Сделан вывод о том, что многообразие существующих методов хирургического лечения паховых грыж обуславливает проблему выбора эффективных методик оперативного вмешательства с учетом рисков хронического болевого синдрома и развития рецидива паховой грыжи.

Ключевые слова: паховая грыжа, эндоскопическая герниопластика, лапароскопическая герниопластика, сетчатый эндопротез.

Проблема применения современных методов хирургического лечения паховой грыжи продолжает оставаться одной из актуальных проблем герниологии. Паховая грыжа (hernia inguinalis) — это «выпячивание содержимого брюшной полости или

предбрюшинной жировой клетчатки через грыжевой дефект в паховой области» [6, с. 8]. Распространенность паховых грыж среди населения, согласно статистическим данным ВОЗ, составляет около 3–6%, причем ее распространенность наиболее высока среди лиц

мужского пола, составляющая 6–7% случаев, в отличие от распространенности среди женщин, которая отмечается в 2,5% случаев. Паховые грыжи по частоте встречаемости занимают первое место среди всех видов грыж и составляют 75–80% [4; 6]. Актуальность проблемы современных методов хирургического лечения паховых грыж обусловлена и достаточно высоким процентом рецидивов после хирургического лечения, которые достигает 10% случаев при первичных и до 30% случаев при повторных операциях, снижение которых связано с внедрением новых методов хирургического лечения [6].

Основными способами хирургического лечения паховых грыж в современной герниологии являются открытая операция с пластикой местными тканями, открытая протезирующая и эндоскопическая протезирующая пластика с применением сетчатого эндопротеза. Открытая пластика паховых грыж с использованием сетки проводится посредством ряда способов хирургического лечения, показавших свою эффективность, к которым относятся «способы, при которых семенной канатик располагается под апоневрозом наружной косой мышцы живота; способы, при которых семенной канатик находится в подкожной клетчатке, а листки апоневроза сшиваются под семенным канатиком» [6, с. 22].

Эндоскопическая пластика паховых грыж, в свою очередь, проводится с использованием трансабдоминальной преперитонеальной (TAPP) и трансабдоминальной экстраперитонеальной пластики (TEP). Каждый из методов обладает своими преимуществами. К преимуществам TAPP относятся, как отмечает А.А. Поляков на основе анализа данных клинических исследований, «более привычный вид на грыжевой дефект со стороны брюшной полости с точной визуализацией основных ориентиров, возможность визуализации контралатеральной грыжи без дополнительного рассечения и мобилизации тканей, выявление грыжи спортсмена, визуализация оккультных грыж; возможность выполнения симультанных вмешательств на органах брюшной полости» [5, с. 34]. К негативным последствиям метода TAPP относятся «риски травмы органов брюшной полости, развития спаечного процесса и кишечной непроходимости, ущемления кишки в дефекте неадекватно ушитой брюшины, а также возможность формирования троакарных грыж» [5, с. 34–35]. Преимуществами метода TEP, в отличие от TAPP, являются «меньший риск внутрибрюшной травмы, меньшее количество спаек в животе, отсутствие необходимости выполнять и ушивать разрез брюшины» [5, с. 35].

Представленные в исследовании Ш.И. Ахмедова результаты клинических исследований позволяют сделать обоснованный выбор оптимального для каждо-

го пациента метода лечения паховых грыж на основе сравнительного анализа преимуществ и недостатков данных методов хирургического лечения грыж. Так, результаты протезирующих герниопластик паховых грыж при TEP, в отличие от TAPP, показали менее выраженный болевой синдром в послеоперационном периоде и меньшее количество осложнений. Основным преимуществом метода TAPP является возможность выполнения грыжесечения при любых формах грыж и диагностической лапароскопии брюшной полости, а также меньший риск возникновения рецидива, по сравнению с методом TEP и открытой герниопластики [1].

С целью повышения результативности хирургического лечения паховых грыж, как за рубежом, так и в отечественной хирургии практически ежегодно публикуется обзор рандомизированных контролируемых клинических исследований, в котором проводится сравнительный анализ послеоперационного периода после лапароскопических герниопластик в зависимости от используемого сетчатого эндопротеза новой легкой или традиционной сеткой. Согласно результатам, в послеоперационном периоде оба варианта сетчатого эндопротеза показали практически одинаковый результат. Хорошо зарекомендовали себя биологические протезы, сетчатые эндопротезы, пропитанные антибактериальным препаратом, самофиксирующиеся сетки, сетки с памятью формы пахового промежутка 3D, однако они не нашли широкого применения по причине высокой стоимости [1]. В исследовании А.Б. Бабурина показано, что использование эндопротезов на основе поливинилиденфторида, реперена при выполнении методов пластики позволяет сохранить репродуктивную функцию у мужчин молодого возраста. В клиническую практику внедрены новые способы пластики при паховых грыжах, которые позволяют изолировать семенной канатик от эндопротеза, что способствует улучшению ближайших и отдаленных результатов лечения пациентов с данной патологией за счет снижения количества рецидивов и сохранения репродуктивной функции у оперированных мужчин молодого возраста [2]. Хирургическое лечение паховых грыж с использованием бесфиксационной TAPP-пластики, согласно клиническим данным, полученным А.В. Кошкиной, характеризуется низким болевым синдромом, в отличие от пластики с фиксацией эндопротеза герниостеплером. При этом ранний послеоперационный период бесфиксационной TAPP-пластики не сопровождается осложнениями по сравнению с TAPP-пластикой с фиксацией эндопротеза герниостеплером [4].

В хирургическом лечении паховых грыж в настоящее время также нет однозначного мнения о преимуществах открытого или лапароскопического метода герниопластики. В последние годы применение

безнатяжных бесшовных методов открытой пластики паховой грыжи доказало свою эффективность, в отличие от методов эндоскопической герниопластики. При лечении паховых грыж методом открытой герниопластики используется самофиксирующийся сетчатый имплант или фиксация его клеевым компонентом на основе цианакрилатов, что снижает травматичность хирургического вмешательства и сроки реабилитации пациента. Герниопластика открытым методом имеет ряд преимуществ, к которым относятся возможность выполнения ее под местным обезболиванием, что уменьшает риск повреждения органов брюшной полости, в отличие от эндоскопического вмешательства, при котором повреждение брюшины является неизбежным. Не менее важным аспектом является экономические затраты на эндоскопическое оборудование, стоимость сетчатых имплантов и обучение медицинского персонала, которое выше, чем при организации подобной операции открытым методом [3].

Лапароскопическая пластика, по мнению ее сторонников, также имеет преимущества, к которым относятся низкий уровень послеоперационной боли, ранняя реабилитация пациентов, минимальный риск развития рецидивов и косметический эффект [1; 5]. Интерес представляют современные методики видеоэндохирургической герниопластики. В исследовании

А.А.Полякова на основе комплексного сравнительного анализа непосредственных и отдаленных результатов после видеоэндохирургической TAPP и TEP паховой герниопластики в зависимости от способа позиционирования сетчатых имплантов: инвазивного — редуцированного степлерного, неинвазивного — клеевого, бесфиксационного — вакуумного, доказаны преимущества неинвазивной методики, к которым относятся уменьшение болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде, а при использовании редуцированного степлерного — минимизация риска развития хронического болевого синдрома в отдаленном периоде [5].

Итак, многообразие существующих методов хирургического лечения паховых грыж обуславливает проблему выбора эффективных методов оперативно-вмешательства, обеспечивающих результативность лечения и профилактику рецидива паховых грыж. Современные методы хирургического лечения паховых грыж имеют свои преимущества и недостатки. Поэтому имеет место проблема выбора оптимальной методики хирургического вмешательства и способа позиционирования сетчатого имплантата для каждого отдельного пациента с учетом анатомических и технических рисков развития рецидива грыжи и хронического болевого синдрома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедов Ш.И. Сравнительная характеристика современных методов герниопластики TAPP (трансабдоминальная преперитонеальная) и TEP (тотальная экстраперитонеальная) при лечении паховых грыж: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.17. — Рязань, 2016. — 114 с.
2. Бабури А.Б. Выбор метода пластики при паховых грыжах у мужчин молодого возраста: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.17. — Нижний, 2014. — 108 с.
3. Волков А.М. Методология оперативного лечения паховой грыжи (краткий обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. № 4. Режим доступа: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-8.pdf>.
4. Кошкина А.В. Лапароскопическая бесфиксационная аллогерниопластика в лечении паховых грыж: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.17. — Рязань, 2020. — 138 с.
5. Поляков А.А. Видеоэндохирургические подходы к аллогерниопластике при паховых грыжах: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.17. — Волгоград, 2020. — 148 с.
6. Шабунин А.В. Паховые грыжи. Современные принципы диагностики и лечения: учебная лекция/ А.В. Шабунин, Г.С. Михайлянц, Д.В. Матвеев, В.А. Иванюгин; ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования». — М.: ГБОУ ДПО РМАПО, 2014. — 52с.

© Протасов Андрей Витальевич (andrei.protasov@bk.ru), Мекхаеэль Шехата Факхри Мекхаеэль (Mekhaeel60@yahoo.com),

Джабиев Аяз Айдын оглы (Dzhabievayaz.3@mail.ru), Кулакова Анна Леонидовна (Sable7@bk.ru),

Ибрагимов Эльчин Сахават оглы (Refaro@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЗАДЕРЖКА ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ С ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ COVID-19

DELAYING MEDICAL CARE TO PATIENTS WITH ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION DURING COVID-19 PANDEMIC

**K. Prokhorov
N. Koriagina
G. Spasnikov
V. Koriagin
A. Avdeev
D. Marchenko**

Summary. Relevance. The 2019 novel coronavirus infection (COVID-19) pandemic has had a major impact on patient behavior as well as on the delivery of health care. Particularly vulnerable were older people of working age who stayed at home to avoid contracting the virus, and it remains unclear how the behavior of people with acute myocardial infarction (AMI) has changed.

The aim of this study was to determine if there are delays in the provision of medical services for AMI during the COVID-19 pandemic, compared to the same period a year earlier.

Methods. In this single-center retrospective study, we evaluated the rates of patients admitted with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) and non-ST-segment elevation myocardial infarction (NSTEMI) during the COVID-19 pandemic (10/01/2020–11/30/2020) compared to with patients admitted in the same period a year earlier.

Results: 147 patients were referred in 2020 and 225 in 2019 with AMI to the regional vascular center. There were 87 and 147 patients with STEMI during the pandemic and before the pandemic, respectively. The average delivery time from pain to door during the pandemic was significantly longer than in the pre-pandemic period (612 (255, 1450) vs 341 (141, 705) min, $p = 0.02$). There were 40 (46%) and 33 (22%) patients, who came in 12 hours after the onset of pain in the pandemic and pre-pandemic eras ($p = 0.011$). There was no significant delay in door-to-reperfusion time ($p = 0.98$). Differences were found in hospital deaths in STEMI patients. There were 40 and 78 NSTEMI patients during the pandemic and before the pandemic, respectively. In patients, the mean delivery time from pain to the door was significantly longer during the pandemic compared to the pre-pandemic period (1880 (880, 4700) vs 604 (370, 934) min, $p < 0.0001$). During the pandemic, there was a significant delay in door-to-door reperfusion time, the average time was 330 (179, 602) versus 192 (90, 328) min ($p = 0.0374$). According to the analysis results, 18 (45%) in 2020 and 19 (24%) in 2019 patients

Прохоров Кирилл Владимирович

Соискатель, Пермский государственный
медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера;
главный врач, ГБУЗ ПК ККД
kirpro059@gmail.com

Корягина Наталья Александровна

Д.м.н., профессор, Пермский государственный
медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера,
главный терапевт Минздрава Пермского края
nina11–85@mail.ru

Спасников Григорий Николаевич

Врач-кардиолог, Соискатель, Пермский
государственный медицинский университет
им. академика Е.А. Вагнера
spy5502@mail.ru

Корягин Владимир Сергеевич

Пермский государственный медицинский
университет им. академика Е.А. Вагнера
vladimirkoryagin12@gmail.com

Авдеев Алексей Викторович

К.м.н., доцент, Пермский государственный
медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера
svenav@mail.ru

Марченко Дарья Дмитриевна

Пермский государственный медицинский
университет им. академика Е.А. Вагнера

Аннотация. Актуальность. Пандемия новой коронавирусной инфекции 2019 г. (COVID-19), оказала большое влияние на поведение пациентов, также и на процесс оказания медицинской помощи. Особенно были уязвимы люди старшего трудоспособного возраста, которые оставались дома, чтобы избежать заражения вирусом, и до сих пор остается неясным, как поведение людей с острым инфарктом миокарда (ОИМ) изменилось.

Целью данного исследования было определить, есть ли задержки в предоставлении медицинских услуг для ОИМ во время пандемии COVID-19 по сравнению с тем же периодом годом ранее.

Методы. В этом одноцентровом ретроспективном исследовании мы оценили показатели пациентов, поступивших с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) и инфарктом миокарда без подъема сегмента ST (ИМбпST) в во время пандемии COVID-19 (01.10.2020–30.11.2020 г.) по сравнению с пациентами, поступившими в тот же период годом ранее.

Результаты: в 2020 году обратилось 147 пациентов и 225 в 2019 с ОИМ в региональный сосудистый центр. Было 87 и 147 пациентов с ИМпST во время пандемии и до пандемии, соответственно. В среднем время до-

presented 12 hours after the onset of pain in the pandemic and pre-pandemic eras, respectively ($p = 0.001$).

Conclusions: Patients waited significantly longer during the pandemic to seek medical attention. Anti-infective protocols specific during pandemic may delay revascularization in NSTEMI patients. These results led to more than a threefold increase in the time from the onset of pain to revascularization, which increases the risk of future complications.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2, Delayed revascularization, fear of COVID-19, Acute myocardial infarction.

ставки от боли до двери во время пандемии было значительно больше, чем в период до пандемии (612 (255, 1450) против 341 (141, 705) мин, $p=0,02$). Было 40 (46%) и 33 (22%) пациентов, которые обратились через 12 часов после начала боли в пандемическую и препандемическую эпохи ($p=0,011$). Значительной задержки времени от двери до реперфузии не было ($p=0,98$). Выявлены различия в госпитальной смерти у пациентов с ИМпСТ. Было 40 и 78 пациентов с ИМбпСТ во время пандемии и до пандемии, соответственно. У пациентов среднее время доставки от болевого синдрома до двери было значительно больше во время пандемии по сравнению с периодом до пандемии (1880 (880, 4700) против 604 (370, 934) мин, $p < 0,0001$). Во время пандемии наблюдалась значительная задержка времени реперфузии от двери до двери, среднее время составило 330 (179, 602) против 192 (90, 328) мин ($p = 0,0374$). По результатам анализа 18 (45%) в 2020 году и 19 (24%) в 2019 году пациентов обратились через 12 часов после начала боли в пандемическую и препандемическую эпохи, соответственно ($p=0,001$).

Выводы: пациенты значительно дольше ждали во время пандемии, чтобы обратиться за медицинской помощью. Специфические противоионные протоколы во время пандемии могут отсрочить реваскуляризацию пациентов с ИМбпСТ. Эти результаты привели к более чем трехкратному увеличению времени от начала болевого синдрома до реваскуляризации, что увеличивает риск будущих осложнений.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, Отсроченная реваскуляризация, страх перед COVID-19, Острый инфаркт миокарда.

Актуальность

Всемирная организация здравоохранения заявила о коронавирусной болезни 2019 г. (COVID-19) — была объявлена пандемия 11 марта 2020 г. [1]. Во всем мире были опасения, что пациенты с сердечными заболеваниями начнут избегать медицинских учреждений из-за страха заразиться COVID-19. Данное явление до конца не изучено. По отчетам европейских стационаров выявлено значительное снижение острых коронарных синдромов в первые дни пандемии COVID-19 [2]. Аналогичные данные были получены в Гонконге, где описаны значительные задержки оказания медицинской помощи пациентам с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпСТ), которые сопровождались осторожностью с соблюдением мер инфекционного контроля [3]. Понимание препятствий на пути оказания медицинской помощи пациентам с сосудистыми катастрофами имеет решающее значение.

Наше исследование направлено для выявления потенциальных задержек в оказании помощи пациентам с острым инфарктом миокарда (ОИМ), а также анализа проблем, связанных с задержкой реваскуляризации пациентов как инфарктом миокарда без подъема сегмента ST (ИМбпСТ), так и инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST.

Материалы и методы

В анализ мы включили последовательных пациентов с 01 октября 2020 г. по 30 ноября 2020 г., которые обратились с ОИМ и прошли инвазивную ангиографию в региональном сосудистом центре ГБУЗ ПК Клинический кардиологический диспансер, и последовательных пациентов, госпитализированных с ОИМ с 1 октября 2019 г. по 30 ноября 2019 г.

Время от болевого синдрома до поступления определялось как время от появления симптома до момента обращения в стационар. Мы разделили время контакта на ранние и поздние группы, так, что первые пациенты сообщали о появлении симптомов через 12 часов или меньше, и другие сообщили о появлении симптомов более 12 часов. От двери до реперфузии время определялось как время прибытия до проведения коронароангиографии. ИМпСТ и ИМбпСТ были определены, согласно четвертому универсальному определению инфаркта миокарда [4]. Кардиогенный шок был определен как длительная гипотензия (систолическое артериальное давление <90 мм рт. ст.). Считается, что дисфункция желудочков связана с миокардиальным повреждением или механическими осложнениями, возникшие в результате инфаркта миокарда. Успеш-

ное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) определялось как уменьшение стеноза поражения коронарной артерии до <30%. Это исследование было проведено в соответствии со всеми применимыми этическими принципами.

Непрерывные переменные были представлены как медиана (25-й перцентиль, 75-й перцентиль). Категориальные переменные представлены в виде количеств с пропорциями. Было проведено сравнение периодов (пандемия и допандемия) и стратифицированы на основании клинических проявлений (ИМбпST или ИМпST). Различия в пациентах характеристики и результаты между годами оценивались с помощью суммы рангов Вилкоксона и критериев хи-квадрат или критерия точного теста Фишера, в зависимости от обстоятельств. Статистический анализ проведен с использованием SPSS.

Результаты

В 2020 году обратилось 147 пациентов и 225 в 2019 с ОИМ в региональный сосудистый центр в период с 01 октября до 30 ноября.

Было 87 и 147 пациентов с ИМпST во время пандемии и до пандемии, соответственно. В среднее время доставки от боли до двери во время пандемии было значительно больше, чем в период до пандемии (612 (255, 1450) против 341 (141, 705) мин, $p=0,02$). Было 40 (46%) и 33 (22%) пациентов, которые обратились через 12 часов после начала боли в пандемическую и препандемическую эпохи, соответственно ($p=0,011$). Значительной задержки времени от двери до реперфузии не было ($p=0,98$). Выявлены различия в госпитальной смерти у пациентов с ИМпST.

Было 40 и 78 пациентов с ИМбпST во время пандемии и до пандемии, соответственно. У пациентов среднее время доставки от болевого синдрома до двери было значительно больше во время пандемии по сравнению с периодом до пандемии (1880 (880, 4700) против 604 (370, 934) мин, $p < 0,0001$). Во время пандемии наблюдалась значительная задержка времени реперфузии от двери до двери, среднее время составило 330 (179, 602) против 192 (90, 328) мин ($p = 0,0374$). По результатам анализа 18 (45%) в 2020 году и 19 (24%) в 2019 году пациентов обратились через 12 часов после начала боли в пандемическую и препандемическую эпохи, соответственно ($p=0,001$).

ЧКВ как стратегия ревазуляризации выполнялась во время пандемии чаще, чем в период до пандемии (82% против 71%), но при этом большее количество пациентов (18%) перенесли экстренное шунтирование

в период до пандемии по сравнению с 7,1% во время пандемии 2020 года.

Статистические значимой разницы показателя фракция выброса левого желудочка не был (в период пандемии 45% против 49% в 2019 году, $p = 0,11$).

Средняя продолжительность пребывания была также различной (до пандемии 9 (5, 11) против 7 (4, 9) дней в 2020 года, $p=0,3138$). Была зафиксирована разница в летальности (8,9% в период пандемии vs. 4,5% в 2019 году, $p = 0,04$).

Обсуждение

В исследовании мы обнаружили доказательства значительных задержек в обращении в больницу для пациентов изучается во время пандемии по сравнению с таковыми во время того же периода предыдущего года до пандемии.

Время обращения за медицинской помощью у пациентов с ИМбпST почти в 3 раза дольше во время пандемии по сравнению с периодом до пандемии, но они также испытывают значительно более длительное время ожидания ревазуляризации после госпитализации.

Пациенты с ИМпST почти вдвое дольше ждали, чтобы обратиться за медицинской помощью, но не было различий по времени ревазуляризации.

Длительность времени до обращения за медицинской помощью у пациентов с ОИМ связано с более высокими показателями смертности [5]. Фактически риск одногодичной смертности увеличивается на 7,5% на каждые 30 минут задержки в лечении пациентов с ИМпST [6]. Размер инфаркта в значительной степени связан с продолжительностью окклюзии коронарной артерии. [7]. Хотя наблюдали значительно более длительный путь от начала болевого синдрома до двери больницы для пациентов с ОИМ во время пандемии, мы не выявили значимую разницу во фракции выброса левого желудочка у этих пациентов, но при этом имеется статистически значимая разница по уровню летальности в стационаре.

Система здравоохранения во всем мире была вынуждена внедрить протоколы, специфичные для пандемии, в попытках увеличить безопасность пациентов и медицинских работников за счет сдерживания распространения вируса [8]. Наши результаты показывают, что эти меры могут влиять на время ревазуляризации для пациентов с ИМбпST. Тот пациент, у кого есть ИМпST, все равно будет немедленно доставлен в медицинскую организацию для экстренной ревазуляризации в ожидании тестирования на COVID-19 при условии,

что пациент не проявлял симптомов инфекции. Количество посещений отделений неотложной помощи сократилось почти на 50% с тех пор, как была инициирована самоизоляция [9,10]. В нашем исследовании мы наблюдали снижение на 37% при госпитализации ОИМ. Снижение случаев госпитализации с ОИМ могут быть связаны со страхом пациентов. заражения COVID-19 в отделении неотложной помощи и/или в кабинетах врачей. Эти наблюдения вызывают большое беспокойство со стороны с точки зрения благополучия сердечно-сосудистой системы, поскольку случаи смерти до прибытия скорой медицинской помощи становятся все более актуальной для тех, кто откладывает лечение. Необходимо приложить все усилия для повышения ос-

ведомленности о последствиях отсрочки лечения, возможно, с использованием телемедицины и информационно-пропагандистских программ.

Выводы

Пациенты откладывают в три раза больше необходимые медицинские и интервенционные вмешательства при ОИМ, и что протоколы, специфичные для пандемии, могут еще больше отсрочить реваскуляризацию пациентов с ИМбпST. Следует приложить все усилия для повышения осведомленности пациентов, а также скорректировать стратегии оценки состояния в стационаре, чтобы минимизировать общее время ишемии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zhu N., Zhang D., Wang W. et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.* 2020; 382: 727–733.
2. Katherine A. Muldoon, Kathryn M. Denize, Robert Talarico, Deshayne B. Fell, Agnes Sobiesiak, Melissa Heimerl, Kari Sampsel. (2021) COVID-19 pandemic and violence: rising risks and decreasing urgent care-seeking for sexual assault and domestic violence survivors. *BMC Medicine* 19:1.
3. Jesse M. Pines, Mark S. Zocchi, Bernard S. Black, Pablo Celedon, Justin N. Carlson, Ali Moghtaderi, Arvind Venkat. (2021) The effect of the COVID-19 pandemic on emergency department visits for serious cardiovascular conditions. *The American Journal of Emergency Medicine* 47, 42–51.
4. Kristian Thygesen, Joseph S Alpert, Allan S Jaffe, Bernard R Chaitman, Jeroen J Bax, David A Morrow, Harvey D White, ESC Scientific Document Group; Fourth universal definition of myocardial infarction (2018), *European Heart Journal* <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy462>.
5. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации 2020. Российское кардиологическое общество, Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России. *Российский кардиологический журнал.* 2020;25(11):4103. doi:10.15829/1560–4071–2020–4103.
6. Сагайдак О.В., Ощепкова Е.В., Попова Ю.В., и др. Подходы к оптимизации временных показателей оказания медицинской помощи больным с острым коронарным синдромом в системе Федерального регистра острого коронарного синдрома и мониторинга Минздрава России. *Кардиологический вестник.* 2017;4:82–7.
7. Mackay M, Ratner P, Nguyen M, et al. Inconsistent measurement of acute coronary syndrome patients' pre-hospital delay in research: a review of the literature. *Eur J Cardiovasc Nurs.* 2014;13(6):483–93. doi:10.1177/1474515114524866.
8. Solomon MD, McNulty EJ, Rana JS et al. The COVID-19 pandemic and the incidence of acute myocardial infarction. *N Engl J Med.* 2020; 383: 691–693.
9. Zhou F., Yu T., Du R. et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet.* 2020; 395: 1054–1062.
10. Clerkin K.J., Fried J.A., Raikhelkar J., et al. COVID-19 and cardiovascular disease. *Circulation.* 2020; 141: 1648–1655.

© Прохоров Кирилл Владимирович (kirpro059@gmail.com), Корягина Наталья Александровна (nina11-85@mail.ru), Спасенков Григорий Николаевич (spy5502@mail.ru), Корягин Владимир Сергеевич (vladimirkoryagin12@gmail.com), Авдеев Алексей Викторович (svenav@mail.ru) Марченко Дарья Дмитриевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИНИЧЕСКИХ И РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЯЖЕСТИ ОСТРОГО ПАНКРЕАТИТА

EARLY PREDICTION OF THE SEVERITY OF ACUTE PANCREATITIS USING CLINICAL AND RADIOLOGIC SCORING SYSTEMS

V. Rudenko
L. Kaulina

Summary. Objective. The objective of our study was to disclose efficiency of use clinical and radiologic scoring systems for the early prediction of the severity of acute pancreatitis (AP).

Materials and methods. For this retrospective study, 431 patients with AP. Ultrasound and clinical laboratory data was analyzed with use of different grade: Ranson criteria, the bedside index for severity in acute pancreatitis (BISAP), scale SOFA, modified scale Marshall, radiologic Balthazar grade.

Results and conclusion. The largest sensitivity according to our data demonstrated BISAP and Ranson scoring systems (87,5% and 100% accordingly). Use Balthazar grade in ultrasound may demonstrated high diagnostic effectiveness (96,5%). Sharing clinical and radiologic scoring systems may be useful for the early prediction of the severity of AP and identification of high-risk patients who require close surveillance.

Keywords: severe acute pancreatitis, early prediction, scoring systems.

Руденко Валерия Александровна

Аспирант, Башкирский государственный
медицинский университет
ler.varlatowa@yandex.ru

Какаулина Люция Назифовна

К.м.н., доцент, Башкирский государственный
медицинский университет
kakaulina_ln@mail.ru

Аннотация. Цель. Проанализировать результаты применения клинических и радиологических шкал для прогнозирования тяжести ОП.

Материалы и методы. Проведен анализ результатов применения клинических и радиологических шкал для прогнозирования степени тяжести у 431 пациента с диагнозом острый панкреатит. Оценена эффективность шкал: Marshall, Ranson, SOFA, BISAP и радиологической шкалы Balthazar.

Результаты и выводы. Шкалы BISAP и Ranson показали наибольшую чувствительность метода (87,5% и 100% соответственно). Диагностическая эффективность использования шкалы Balthazar при ультразвуковом исследовании достигла 96,5%. Использование шкалы Balthazar в ультразвуковой диагностике в совокупности с данными клинико-лабораторных шкал позволяет прогнозировать степень тяжести острого панкреатита и выявлять группу пациентов с высоким риском развития осложнений.

Ключевые слова: острый панкреатит, прогностические шкалы, степень тяжести.

Актуальность

Острый панкреатит (ОП) является одной из наиболее распространенных экстренных патологий желудочно-кишечного тракта. Осложнения деструктивного панкреатита по-прежнему остаются основной причиной смерти у этой наиболее тяжелой категории больных. Так, послеоперационная летальность при некротическом панкреатите находится, по данным большинства авторов, в пределах 20–45% [1,2]. Большую трудность представляет определение степени тяжести острого панкреатита. Необходимость в разграничении на степени диктуется, прежде всего, в проведении больным ранней интенсивной терапии, своевременного определения тактики лечения [3]. В связи с сохраняющейся высокой общей и послеоперационной летальности при тяжелом ОП необходимо

внедрение в широкую хирургическую практику научно обоснованных современных классификационных схем и прогностических шкал.

Цель

Проанализировать результаты применения клинических и радиологических шкал для прогнозирования тяжести ОП.

Материалы и методы

В основу данной работы легли результаты диагностики и лечения 431 больного, находившихся на стационарном лечении в ГБУЗ РБ БСМП г. Уфы по поводу острого панкреатита в период 2018–2021 гг. Для установления степени тяжести острого панкреатита ис-

пользовали классификацию ОП от 2012 года и определение Атланты на основе международного консенсуса [4]. Степень тяжести была установлена по факту законченного случая заболевания. Больные распределились следующим образом: легкая степень определена у 293 (68%) пациентов, средняя степень тяжести у 104 (24,1%), тяжелая степень установлена у 34 (7,9%) пациентов. Проанализирован опыт использования клинических шкал Marshall, Ranson, SOFA, BISAP и радиологической шкалы Balthazar. Для оценки по клиническим шкалам использовали данные биохимического анализа крови, полученные при поступлении в стационар и при динамическом наблюдении. Модифицированная шкала Marshall учитывает состояние трех систем органов (сердечно-сосудистая, дыхательная, выделительная). Значение шкалы более 2 баллов в одной или более систем из трех, сохраняющееся не более 48 часов трактуется как наличие транзиторной органной недостаточности и позволяет отнести клинический случай к средней степени тяжести [5]. Сохранение значения шкалы Marshall более 2 баллов трактуется как наличие персистирующей органной недостаточности, характерной для тяжелой степени тяжести заболевания. Клиническая шкала SOFA оценивает состояние витальных функций, а именно дыхательную, сердечно-сосудистую, выделительную, гепатобилиарную, нервную системы органов, а также состояние гемостаза. Превышение порога в 2 балла является основанием для диагностирования органной недостаточности [6]. Прикроватный индекс тяжести BISAP учитывает помимо показателей, характеризующих состояние витальных функций, наличие синдрома воспалительного ответа [7]. Шкала Ranson включает 11 критериев, которые оценивают при поступлении и в течение первых 48 часов от начала заболевания. Прогностическое значение шкалы следующее: при наличии 2 и менее баллов летальность составляет менее 1% (легкая степень тяжести панкреатита), от 3 до 5 баллов — летальность до 15% (средняя степень тяжести панкреатита), от 6 до 8 баллов — летальность до 40% и 9 и более баллов — летальность до 100% (6 и более баллов — тяжелый панкреатит) [8]. Для оценки морфологических критериев тяжести ОП рекомендуется использование компьютерно-томографической шкалы Балтазар, которая учитывает наличие жидкостных скоплений и изменения поджелудочной железы. УЗИ также позволяет выявить признаки ОП, установленные при КТ по шкале E.J. Balthazar [9]. К тому же согласно рекомендациям Всемирного общества по неотложной хирургии от 2019 года (WSES) выполнение УЗИ предусмотрено при ОП при поступлении, в отличие от КТ [10].

Результаты

Был проведен анализ течения заболевания у пациентов с выявленной органной недостаточностью

по различным клиническим шкалам. В нашем исследовании у 10 пациентов была выявлена органная недостаточность с помощью шкалы Marshall, по шкале Ranson у 14 пациентов. Признаки органной недостаточности по шкале BISAP наблюдались у 32 пациентов, по шкале SOFA у 82 пациентов. В результате анализа модифицированной шкалы Marshall было выявлено 10 пациентов со значением 2 балла, среди которых у 7 были выявлены морфологические признаки панкреонекроза с помощью ультразвукового метода диагностики, была выставлена стадия по шкале Balthazar D, у трех пациентов поджелудочная железа не визуализировалась вследствие явления аэроколии. Необходимость в оперативном лечении возникла у трех пациентов: была проведена минилапаротомия и оментобурсотомия в первую фазу заболевания и повторное оперативное вмешательство во вторую фазу заболевания в связи с развитием осложнения (лапаротомия, ревизия сальниковой сумки, вскрытие и дренирование забрюшинного абсцесса). У 39 пациентов со значением шкалы менее 2 баллов были выявлены признаки органной недостаточности по другим клиническим шкалам и морфологические признаки осложнений панкреонекроза, требующие оперативного лечения и нахождения в ОПИТ. Таким образом, чувствительность шкалы Marshall в нашем исследовании составила 100%, а специфичность всего 15,4%. По нашим наблюдениям шкала SOFA показала наибольшее количество пациентов с признаками органных дисфункций (n=82). Морфологические признаки панкреонекроза были выявлены у 78 пациентов, среди которых у 29 пациентов были применены оперативные методы лечения осложнений ОП, летальный исход ОП наблюдался у 1 пациента. Специфичность и чувствительность шкалы SOFA при остром панкреатите достигала 64,3% и 67% соответственно. В нашем исследовании у всех пациентов со значениями шкалы BISAP ≥ 2 были ультразвуковые признаки деструктивного ОП, по классификации Бальтазар стадии D и E. У 22 из 29 пациентов возникла необходимость в хирургическом лечении по поводу осложнений. Во всех случаях с летальным исходом были выявлены витальные дисфункции по шкале BISAP. Специфичность и чувствительность шкалы составила 61,5% и 87,5% соответственно. При анализе использования шкалы Ranson было установлено, что все случаи со смертельным исходом заболевания имели показатель шкалы ≥ 3 баллов. Ультразвуковые признаки деструктивной формы ОП также были выявлены у всех пациентов со значением шкалы Ranson ≥ 3 баллов. В 10 клинических наблюдениях были проведены оперативные вмешательства. Чувствительность шкалы Ranson в исследовании достигла 100%, а специфичность составила 38,5%. В исследовании также была оценена возможность использования компьютерно-томографической классификации острого панкреатита Balthazar в ультразвуковой диагностике для

раннего прогнозирования тяжести острого панкреатита. Согласно УЗИ критериям, соответствующим таковым по КТ-шкале Balthazar стадия В установлена у 75 (17,4%) пациентов, стадия С у 22 (5,1%) больных, стадия Д у 73 (17%) и стадия Е установлена у 29 (6,7%) пациентов. Признаки органной недостаточности наблюдались у 77 из 103 пациентов, у которых ультразвуковая картина соответствовала стадиям Balthazar D и E (75%). Пациенты с ОП в В и С стадиях в 30 из 43 случаев не имели признаков органной недостаточности, зафиксированных с помощью клинических шкал. У 12 пациентов, у которых ультразвуковая картина соответствовала стадиям Balthazar В и С, были выявлены органные дисфункции по шкале SOFA, по другим клиническим шкалам признаки органной недостаточности не были выявлены у пациентов с ОП в В и С стадиях по шкале Balthazar. Необходимость в оперативном лечении острого панкреатита возникала у пациентов с выявленной при поступлении степенью по шкале Balthazar D и E. Летальный

исход наблюдался у 1 пациента со степенью по шкале Balthazar E. Диагностическая эффективность ультразвукового исследования при остром панкреатите достигала 96,5%, чувствительность и специфичность — 84,7 и 78,4% соответственно.

ВЫВОДЫ

Сравнительный анализ эффективности клинических шкал показал недостаточную специфичность метода при изолированном использовании. Радиологическая шкала Balthazar обладает более высокой специфичностью. Шкалы BISAP и Ranson показали наибольшую чувствительность метода. Использование радиологической шкалы Balthazar в ультразвуковой диагностике в совокупности с данными клинико-лабораторных шкал позволяет прогнозировать степень тяжести острого панкреатита и выявлять группу пациентов с высоким риском развития осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tenner S. et al. Management of Acute Pancreatitis. *Amer. J. Gastroenterology*, 2013, vol. 30, pp. 1400–1415. doi:10.1038/ajg.2013.218.
2. Thoeni R.F. The revision Atlanta classification of acute pancreatitis: its importance for the Radiologist and its effect on treatment. *Radiology*, 2012, vol. 262, pp. 751–764
3. В.Е. Волков, С.В. Волков, Н.Н. Чеснокова. Особенности клинического течения и лечебной тактики при локальных гнойно-воспалительных осложнениях острого некротического панкреатита. *Клиническая и профилактическая медицина*. 2015. № 2 С. 9–16.
4. Banks P.A. Classification of acute pancreatitis-2012: revision of Atlanta classification and definitions by international consensus.// P.A. Banks, T.L. Bollen, C. Dervenis et al. *Gut*. — 2013. — 62. — P. 102–111
5. Marshall J.C. Multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of complex clinical outcome //J.C. Marshall, D.J. Cook, N.V. Christou.//*Crit. Care Med.*— 1995.-V23.-P. 1638–1652.
6. Crockett S. D. et al. American Gastroenterological Association Institute guideline on initial management of acute pancreatitis //Gastroenterology.— 2018.— Т. 154. — №. 4. — С. 1096–1101.
7. Bollen T.L. et al. A comparative evaluation of radiologic and clinical scoring systems in the early prediction of severity of acute pancreatitis, *Am J Gastroenterol* 2012;107:612–9.].
8. Ranson J.H. Statistical methods for quantifying the severity of clinical acute pancreatitis. / J.H. Ranson, B.S. Pasternack //J Surg. Res.— 1977.— V. 22 — P. 79–91.
9. Balthazar EJ. Acute pancreatitis: assessment of severity with clinical and CT evaluation. *Radiology*. 2002;223:603–13.
10. Leppäniemi A., Tolonen M., Tarasconi A., Segovia-Lohse H. 2019 WSES guidelines for the management of severe acute pancreatitis. *World Journal of Emergency Surgery*. 2019;14:27.

© Руденко Валерия Александровна (ler.varlamowa@yandex.ru), Какаулина Люция Назифовна (kakaulina_ln@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОЧИ КАК МЕТОД ПОДБОРА ТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ИНФЕКЦИЙ ПОЧЕК И МОЧЕВЫВОДЯЩИХ ПУТЕЙ

BACTERIOLOGICAL STUDY OF URINE AS A METHOD OF SELECTING THERAPY IN TREATMENT OF KIDNEY AND URINARY TRACT INFECTIONS

**O. Ruina
T. Konishkina
Yu. Belkin
S. Zemskova
D. Divulina**

Summary. The data of 315 microbiological studies of urine in patients of a multidisciplinary clinic for 2020 were analyzed. 142 etiologically significant strains were isolated from urine. Gram-positive bacteria were isolated in 28 cases, which was 19.7%. Fungi were isolated in 22 cases (15.5%). Gram-negative flora prevailed — in 64.8% of cases (in 92 patients). The most frequently isolated *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus mirabilis*, *Enterococcus* spp., resistant to penicillins and cephalosporins in some cases. In severe cases of kidney and urinary tract infections, carbapenems, amikacin, fosfomycin sodium salt remain topical.

Keywords: antibiotic resistance, microbiological studies, urinary tract infections.

Руина Ольга Владимировна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ
РФ, Н. Новгород
olga-ru1@inbox.ru

Коньшклина Татьяна Михайловна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ
РФ, Н. Новгород
ssmetana@mail.ru

Белькин Юрий Алексеевич

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ
РФ, Н. Новгород
belkin-nn@mail.ru

Земскова Светлана Евгеньевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный
Исследовательский Мордовский государственный
университет имени Н.П. Огарева», г. Саранск
sezemskova@mail.ru

Дивулина Дарья Сергеевна

ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский
Медицинский Университет» МЗ РФ, Н. Новгород
divulinads@mail.ru

Аннотация. Проанализированы данные 315 микробиологических исследований мочи у пациентов многопрофильной клиники за 2020 г. Из мочи было выделено выделено 142 этиологически значимых штамма. Грамположительные бактерии выделены в 28 случаев, что составило 19,7%. Грибы выделены в 22 случаях (что составило 15,5%). Превалировала грамотрицательная флора — в 64,8% случаев (у 92 пациентов). Наиболее часто выделялись *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus mirabilis*, *Enterococcus* spp., зачастую устойчивые к пенициллинам и цефалоспорином. В тяжелых случаях инфекций почек и мочевыводящих путей остаются актуальными карбапенемы, амикацин, фосфомицина натрия соль.

Ключевые слова: антибиотикорезистентность, микробиологические исследования, инфекции мочевых путей.

Введение

Проблема резистентности к антибактериальным препаратам является одной из самых важных «болевых точек» в современной медицине. По статистике, до 65 млн. человек страдает пиелонефритом, зачастую болезнь возникает на фоне других

заболеваний почек и мочевыводящих путей: мочекаменная болезнь, гидронефротическая трансформация почек, гидрокаликоз, дисплазия почечной ткани и др. Инфекционные заболевания почек и мочевыводящих путей в ряде случаев приводят к грозному состоянию — уросепсису [1–3]. Риск возникновения данного состояния возрастает в тех случаях, когда в развитии

Таблица 1. Структура выделенных микроорганизмов у пациентов с инфекцией почек и мочевыводящих путей.

Возбудители	абс.	%
Candida albicans	20	14,0
Candida non-albicans	2	1,4
Staphylococcus aureus	2	1,4
Staphylococcus epidermidis	6	4,2
Enterococcus faecalis	8	5,6
Enterococcus faecium	12	8,5
Escherichia coli	40	28,2
Klebsiella pneumoniae	12	8,5
Klebsiella oxytoca	12	8,5
Proteus mirabilis	11	7,7
Enterobacter aerogenes	2	1,4
Acinetobacter baumannii	2	1,4
Pseudomonas aeruginosa	8	5,6
Прочие	3	2,1
Итого	173	100

заболевания играют роль антибиотикорезистентные штаммы. Это приводит не только к снижению эффективности терапии, но и к возрастанию летальности, по данным ряда авторов, смертность таких пациентов может возрастать в пять раз по сравнению со смертностью пациентов, у которых микробные патогены чувствительны к большинству назначаемых лекарственных препаратов. [4–6].

Актуальные возбудители госпитальных инфекций у взрослого населения обладают множественной устойчивостью к антибактериальным препаратам [7, 8].

По данным литературы, наиболее проблемными штаммами являются *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, в меньшей степени — *Escherichia coli* [7, 8]. Особенно актуально это бывает для многопрофильных стационаров, включающих в себя хирургические, урологические, гинекологические, онкологические койки. Это связано с операционной активностью, возрастанием частоты обширных операций, связанных с высокотехнологичными технологиями, снижением иммунного статуса пациентов (связанного с приемом препаратов, ВИЧ-инфекцией, онкологическими процессами, анемией, слабостью локального и системного иммунитета), нарушением нутритивного статуса, использованием антисептиков, антибиотиков, исходно высокой вирулентностью микроорганизмов [7, 9].

Особенности микробного пейзажа и антибиотикорезистентности могут различаться в различных стационарах, даже у пациентов с одним и тем же диагнозом [10]. Исходя из этого, очень важно изучение микробиологической ситуации в данном лечебном учреждении и раци-

ональный подбор стартовой антибиотикотерапии с учетом полученных микробиологических анализов. В то же время, микробиологическое исследование выполняется от 3 до 5 суток (исследование крови — до 10 суток), что не позволяет своевременно подобрать индивидуальную терапию. А единообразность клинических рекомендаций не дает возможности индивидуального подбора антибиотикотерапии в конкретном лечебном учреждении. Отсрочка с назначением этиотропной терапии у госпитализированных пациентов чревата повышением летальности. Поэтому чрезвычайно важным является изучение микробиологического пейзажа конкретных отделений и конкретных биосубстратов. Это делает возможным более целенаправленно проводить стартовую антибактериальную терапию и повышать выживаемость пациентов, а также снизить чрезмерные экономические затраты на неадекватно подобранную терапию.

Цель исследования

проанализировать результаты бактериологических исследований мочи многопрофильного стационара с целью составления рациональных схем антибактериальной терапии при инфекциях почек и мочевыводящих путей.

Материалы и методы

Проанализированы данные микробиологических исследований мочи у пациентов многопрофильной клиники за 2020 г. Среди урологических пациентов преобладали пациенты со следующими нозологиями: мочекаменная болезнь (25,1%), рак мочевого пузыря (18%), рак почки (17,2%), гиперплазия предстатель-

Таблица 2. Резистентность *Klebsiella pneumoniae* и *oxytosa*, выделенных из бактериологических исследований мочи (в %).

Наименование антибиотика	Данные по чувствительности		
	Резистентные штаммы	Штаммы с промежуточной чувствительностью	Чувствительные штаммы
Амикацин	2	0	1,4
Ампициллин / сульбактам	75	0	25
Цефтазидим	63,6	0	36,4
Хлорамфеникол	55,6	0	44,4
Ципрофлоксацин	37,5	12,5	50
Фосфомицин	50	0	50
Гентамицин	54,5	9,1	36,4
Имипенем	1	0	0,7
Меропенем	1	0	0,7
Эртапенем	5	0	3,5

ной железы (8,9%), гидронефроз (16,8%), рак простаты (10,2%) и прочим нозологическим формам (3,8%). За проанализированный период выполнено более 2000 оперативных вмешательств. В отделении терапии регистрировались такие нозологии, как мочекаменная болезнь, хронический пиелонефрит, хроническая почечная недостаточность, амилоидоз почек.

Для забора бактериологического материала использовали стерильный набор из пластикового зонда с ватным тампоном, который в последующем помещался в пробирку со средой Amies с углем.

Идентификация возбудителей проводилась общепринятыми методиками. Для определения чувствительности использовали диско-диффузионный метод и метод серийных разведений. MRSA определяли в скрининговом тесте с цефокситином, выявление продукции БЛРС и карбапенемаз проводили фенотипическими методами.

В работе применяли методы статистики с оценкой значимости различий показателей по t-критерию Стьюдента и расчетом погрешностей при помощи программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Всего за 2020 год по стационару было выделено более 700 штаммов, в том числе в исследованиях мочи — 315. Более чем в 40% случаев был получен отрицательный результат. Из мочи было выделено 142 этиологически значимых штамма. Грамположительные бактерии выделены в 28 случаях, что составило 19,7%. Грибы выделены в 22 случаях (что составило 15,5%).

Превалировала грамотрицательная флора — в 64,8% случаев (у 92 пациентов) (таблица 1).

Чаще всего проводилось исследование свободно выпущенной мочи — более чем в двух третях случаев. Исследование проводилось после гигиенических процедур, использовалась средняя порция мочи. Исследование катетеризированной мочи проводилось в 22%, в 8% исследовалась моча из нефростомы.

Большая часть штаммов *Klebsiella pneumoniae* и *oxytosa* оказалась резистентной к защищенным пенициллинам и цефалоспорином 3 поколения (таблица 2).

К гентамицину оказались устойчивыми более половины выделенных патогенов, в то время как амикацин сохранял свою активность: почти все штаммы оказались чувствительными. Несмотря на то, что карбапенемы оставались чувствительными, не может не настораживать появление резистентных штаммов. Дальнейшее распространение их чревато потерей карбапенемов как класса резервных препаратов для лечения тяжелых инфекций.

Резистентность *Escherichia coli* не внушает таких серьезных опасений (таблица 3). Из таблицы видно, что сохраняют потенциальную активность цефалоспорины 3 поколения, аминогликозиды 2–3 поколения, фосфомицина натриевая соль, во всех случаях активны оказались карбапенемы. В то же время, можно говорить о низкой чувствительности к защищенным пенициллинам.

Enterococcus spp. оказались чувствительными к аминогликозидам, фосфомицину натриевой соли, карбапенемам (таблица 4). Все штаммы были чувствительны к ванкомицину, линезолиду.

Таблица 3. Резистентность *Escherichia coli*, выделенных из бактериологических исследований мочи. (в %)

Наименование антибиотика	Резистентные штаммы	Штаммы с промежуточной чувствительностью	Чувствительные штаммы
Амикацин	0	0	100
Ампициллин /сульбактам	46,7	0	53,3
Цефтазидим	12,5	0	87,5
Цефтриаксон	0	50	50
Хлорамфеникол	7,1	0	92,9
Ципрофлоксацин	20	0	80
Фосфомицин	0	0	100
Гентамицин	18,8	0	81,2
Имипенем	0	0	100
Меропенем	0	0	100
Эртапеем	0	0	100

Таблица 4. Резистентность *Enterococcus faecalis*, выделенного из посевов свободно выпущенной мочи в урологической клинике (%).

Наименование антибиотика	Резистентные штаммы	Штаммы с промежуточной чувствительностью	Чувствительные штаммы
Амикацин	0	0	100
Ампициллин/сульбактам	46,7	0	53,3
Хлорамфеникол	7,1	0	92,9
Ванкомицин	0	0	100
Линезолид	0	0	100
Ципрофлоксацин	20	0	80
Фосфомицин	0	0	100
Гентамицин	18,8	0	81,2
Имипенем	0	0	100
Меропенем	0	0	100

Метициллинрезистентных стафилококков выявлено не было. Подавляющая часть *Candida albicans* проявляла чувствительность к флуконазолу, что дает основания рекомендовать его для терапии таких пациентов.

Выводы

Выявленные закономерности позволяют рекомендовать для стартовой терапии инфекций почек и мочевыводящих путей определенные группы ан-

тимикробных препаратов. Так, следует отказаться от широкого использования защищенных пенициллинов, в меньшей степени — цефлоспоринов. В тяжелых случаях инфекций почек и мочевыводящих путей остаются актуальными карбапенемы, амикацин (с учетом потенциального риска нефротоксичности), фосфомицина натриевая соль. Дальнейшая коррекция терапия производится с учетом полученных данных бактериологического исследования у конкретного пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.09.2017 № 2045-р «Стратегия предупреждения распространения антимикробной резистентности в Российской Федерации на период до 2030 года»
2. Брико Н.Н. Деятельность Национальной ассоциации специалистов по контролю инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. / [Н.Н. Брико, О.В. Ковалишена, Р.В. Полибин]. Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2017; 6 (97); т. 16: 79–83..

3. European Centre for Disease Prevention and Control. Annual Epidemiological Report 2016 — Healthcare-associated infections acquired in intensive care units. Stockholm: ECDC; 2016. Доступно на: http://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/document/AER-HCAI_ICU_3_0.pdf.
4. Анализ антибиотикорезистентности у больных урологического профиля. / [Кузьмичев Б.Ю. и др.]. // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016; Т. 15. С. 676–680. URL: <http://e-koncept.ru/2016/96044.htm>.
5. Kumar G. Nationwide trends of severe sepsis in the 21st century (2000–2007). / [G. Kumar, N. Kumar, et al.]. // Chest. 2011; 140 (5). P. 1223–1231.
6. Перепанова Т.С. Федеральные клинические рекомендации «Антимикробная терапия и профилактика инфекций почек, мочевыводящих путей и мужских половых органов — 2015 г.» Терапевтический архив. 2016; 4 (88):100–104 p. DOI: 10.17116/terarkh2016884100–104.
7. Козлов С.Н., Р.С. Козлов. Современная антимикробная химиотерапия: Руководство для врачей. 3-е изд.; перераб. и доп. Москва: Медицинское информационное агентство. 2017; 400 с.)
8. Стратегия и тактика применения антимикробных средств в лечебных учреждениях России: Российские национальные рекомендации. Под ред. В.С. Савельева, Б.Р. Гельфанда, С.В. Яковлева. М: Компания «БОРГЕС». 2012; 92 с.
9. Программа СКАТ (Стратегия Контроля Антимикробной Терапии) при оказании стационарной медицинской помощи. Методические рекомендации для лечебно-профилактических учреждений Москвы / [С.В. Яковлев, М.В. Журавлёва, Д.Н. Проценко и др.]. Consilium Medicum, 2017; 7 (1). 131 с.
10. Бабаев С.Ю. Руина О.В. Митрофанова Н.Н. Строганов А.Б. Сравнительный мониторинг антибиотикорезистентности микрофлоры многопрофильных стационаров в городах Пенза и Нижний Новгород. Медицинский альманах. № 3 (43) сентябрь. 2016 С. 67–70.

© Руина Ольга Владимировна (olga-ru1@inbox.ru), Конышкина Татьяна Михайловна (ssmetana@mail.ru),
 Белькин Юрий Алексеевич (belkin-nn@mail.ru), Земскова Светлана Евгеньевна (sezemskova@mail.ru),
 Дивулина Дарья Сергеевна (divulinads@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Приволжский Исследовательский Медицинский Университет

ПРОФИЛАКТИКА ГЕНИТАЛЬНОГО ПРОЛАПСА У ЖЕНЩИН В ПОЗДНИЙ ПОСЛЕРОДОВОЙ ПЕРИОД (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

PREVENTION OF GENITAL PROTECTION IN WOMEN IN LATE POSTNATAL PERIOD (LITERATURE REVIEW)

Salpagarova Farida Khaji-Magametovna

Summary. The analysis of the literature data suggests that even after physiological childbirth, patients are threatened with the development of genital prolapse in the future. Many issues related to this problem are controversial and insufficiently studied, especially with regard to the tactics of preventing genital prolapse in women in the late postpartum period. Continuation of this study will increase the effectiveness of prevention and treatment of genital prolapse in women in the late postpartum period and reduce the number of reconstructive plastic surgeries on female genital organs, and will lead to an improvement in the quality of life.

Keywords: genital prolapse, postpartum period, prevention.

Салпагарова Фариды Хаджи-Магаметовна
Аспирант, Ставропольский Государственный
Медицинский Университет
fsalpagarova@list.ru

Аннотация. Проведенный анализ литературных данных дает основание считать, что даже после физиологических родов пациенткам в дальнейшем угрожает развитие пролапса гениталий. Многие вопросы, касающиеся этой проблемы, противоречивы и недостаточно изучены, особенно это касается тактики профилактики пролапса гениталий у женщин в позднем послеродовом периоде. Продолжение данного исследования позволит повысить эффективность профилактики и лечения генитального пролапса у женщин в поздней послеродовой период и снизить количество реконструктивно-пластических операций на женских половых органах, приведет к улучшению качества жизни.

Ключевые слова: генитальный пролапс, послеродовой период, профилактика.

Введение

Пролапс гениталий — это медицинская, социально-экономическая и психологическая проблема, которая существенно снижает качество жизни женщины. Пролапс тазовых органов среди гинекологических нозологий составляет 19,9–49,6% [1–3]. Однако, на наш взгляд, истинное количество пролапса гениталий недооценивается, поскольку данные основаны лишь на учете обращения пациенток в отделения оперативной гинекологии высокопрофильных стационаров.

Актуальность проблемы заключается также в увеличении гистеректомий, проводимых из-за различных заболеваний матки и придатков. Известно, что риск развития тазового пролапса повышается у пациенток, перенесших гистерэктомию (вагинальную или абдоминальную), особенно у больных с различными проявлениями дисплазии соединительной ткани, имеющими особую генетическую предрасположенность к возникновению тазового пролапса [4,5].

Во время гистеректомий происходит повреждение тазового нервного сплетения в основном на этапе

удаления шейки матки [6], нарушения васкуляризации тазовых органов и физиологических анатомических взаимоотношений между органами малого таза, что в дальнейшем обуславливает возникновение их функциональных расстройств [7, 8].

Кроме этого, актуальность проблемы опущения и выпадения внутренних половых органов определяется стабильно большим количеством рецидивов после оперативного лечения, которые достигают 33% в первые три года после операции [9–11].

Цель ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ литературных данных по вопросам профилактики генитального пролапса у женщин в поздний послеродовой период.

Генитальный пролапс (ГП) занимает одно из ведущих мест среди гинекологических заболеваний, а среди показаний к операции в гинекологической практике ГП находится на третьем месте после доброкачественных опухолей и эндометриоза, что подтверждает актуальность и значимость проблемы [12].

Пролапс гениталий обычно вызывает значительные нарушения качества жизни и снижение работоспособности у женщин, уродинамические и проктологические осложнения у каждой третьей женщины (недержание мочи, дисхезию). ГП и связанные с ним расстройства приводят к нарушениям социального, психологического и клинического состояния женщин в виде социальной изоляции, депрессии, сексуальной дисфункции и т.д. [13].

Заболевание, как правило, начинается в репродуктивном возрасте и имеет всегда прогрессивный характер. Причем по мере развития процесса углубляются и функциональные нарушения, которые, часто наслаиваясь, обуславливают не только физические страдания, но и делают данных пациенток частично или полностью нетрудоспособными [12, 14, 15].

Пролапс гениталий — это полиэтиологическое заболевание [16, 17]. Однако до сих пор не существует единого мнения относительно этиологии и патогенеза пролапса гениталий [18–20].

Выделяют четыре основные причины, приводящие к повышению внутрибрюшного давления и несостоятельности мышц тазового дна:

- ◆ травма тазового дна во время патологических родов, перенесенные операции на тазовом дне, гистерэктомия;
- ◆ врожденная дисплазия соединительной ткани, связанная с нарушением метаболизма коллагена;
- ◆ дефицит эстрогенов в результате наступления перименопаузы;
- ◆ хронические заболевания, сопровождающиеся нарушением обменных процессов, микроциркуляции [16, 18].

Акушерские травмы мышц тазового дна достигают 40%. Вес плода и способ родоразрешения являются важными факторами в генезисе пролапса гениталий [21]. По данным некоторых авторов, многократные роды увеличивают риск развития заболевания в 3 раза, причем при 2 родах и более риск развития пролапса гениталий увеличивается в 4–5 раз, а при 4 родах — в 11–12 раз [22, 23].

Длительные роды через естественные родовые пути более 12 часов играют значительную роль в генезисе пролапса гениталий, чем акушерские щипцы и вес плода [24]. Заживление швов раны вторичным натяжением, поздняя активизация после родов и физический труд во время беременности [25] приводят к развитию пролапса гениталий.

Некоторые ученые считают, что кесарево сечение является защитным вариантом для тазового дна [26].

Однако в литературе описаны случаи развития ГП у не рожавших женщин [27], и у женщин после кесарева сечения [28, 29], что свидетельствует о конституциональном факторе и генетической предрасположенности.

Возникает вопрос: является ли отсутствие вагинальных родов профилактикой пролапса гениталий? А. Мас Лепан и соавт. (2000) [30] считают, что любая беременность, которая продолжается более 20 недель, независимо от способа родоразрешения, повышает риск развития патологии тазового дна. Е. Сзе и соавт. (2002) [24] объясняют, что негативное влияние первого периода родов значительно превышает второго периода, поскольку длительное время существует повышенная нагрузка на тазовое дно, что впоследствии может спровоцировать пролапс. Однако в исследованиях В. Деваля и соавт. (2002) [31] не обнаружено достоверных различий по частоте возникновения пролапса в группах женщин после вагинальных родов и кесарева сечения.

Таким образом, поставленный вопрос остается без однозначного ответа, и можно предположить, что неоднократные роды через естественные родовые пути является существенным, но не единственным фактором риска возникновения ГП.

В настоящее время существуют различные методы профилактики пролапса гениталий, своевременное и правильное использование которых помогает избежать данной патологии, улучшает состояние пациенток и избавляет их от многих симптомов дискомфорта.

К методам профилактики пролапса гениталий у женщин относятся поведенческая терапия, основными элементами которой являются изменение образа жизни и корректирующая гимнастика для тренировки мышц тазового дна [28], метаболическая и энзимотерапия [32, 33].

В качестве профилактики пролапса гениталий обычно в первую очередь рассматривается тренировка мышц тазового дна, которые поддерживают внутренние органы: матку, мочевой пузырь, прямую кишку в анатомически правильном положении. Такие тренировки способствуют увеличению объема мышечной массы мускулатуры тазового дна и усилению рефлекторного сокращения указанных мышц. Для тренировки мышц тазового дна и лечебной физкультуры в первую очередь используют упражнения Кегеля [34].

Также показано, что для укрепления мышц тазового дна весьма эффективны электронные тренажеры, действие которых основано на стимуляции мускулатуры тазового дна слабыми электроимпульсами. Специ-

альные программы позволяют устранить опущение органов малого таза, недержание мочи, способствуют профилактике и лечению различных гинекологических и урологических заболеваний.

Особое значение при профилактике и лечении ГП имеют методы физиотерапии, к которым относятся: ИК-лазеротерапия, ТНЧ-терапия, электрофорез, импульсные токи, различные виды массажа и тренировок [5].

Заключение

Проведенный анализ литературных данных дает основание считать, что даже после физиологических родов пациенткам в дальнейшем угрожает развитие пролапса гениталий. Многие вопросы, касающиеся этой проблемы, противоречивы и недостаточно изучены, особенно это касается тактики профилактики пролапса гениталий у женщин в позднем послеродовом перио-

де. С целью профилактики развития и прогрессирования пролапса гениталий через 2–3 месяца после родов целесообразно применять вагинальный тренажер, что позволит восстановить тонус мышц после родов в более короткие сроки.

Таким образом, в результате анализа литературы, можно сделать вывод о том, что на сегодня пролапс гениталий необходимо рассматривать как мультифакторное заболевание, понимание этиологии и патогенеза которого требует проведения дальнейших исследований.

Продолжение данного исследования позволит повысить эффективность профилактики и лечения генитального пролапса у женщин в поздней послеродовой период и снизить количество реконструктивно-пластических операций на женских половых органах, приведет к улучшению качества жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусева Е.С. Современные подходы к решению проблемы генитального пролапса влагалищным доступом // Журнал акушерства и женских болезней. 2013; 62;:51–62.
2. Негмаджанов Б.Б., Насимова Н.Р., Ганиев Ф.И. Хирургическое лечение пролапса гениталий женщин репродуктивного возраста // Достижения науки и образования. 2019; 10 (51):31–36.
3. Ганиев Ф.И., Шавкатов Х.Ш., Шопулатов Э.Х., Насимова Н.Р. Гинекологическое здоровье и качество жизни женщин после хирургической коррекции пролапса гениталий // Достижения науки и образования. 2019; 10 (51): 83–87.
4. Глыбочко П.В., Леваков С.А., Крапивин А.А., Ванке Н.С. Опыт применения метода экстраперитонеальной кольпопексии с использованием синтетических имплантов при коррекции генитального пролапса // Гинекология. 2014; 16(5): 14–17.
5. Доброхотова Ю.Э., Ильина И.Ю. Эффективность консервативного лечения пролапса гениталий после родов с использованием вагинального тренажера // РМЖ. Мать и дитя. 2017; 26:1908–1912.
6. Ищенко А.И., Александров Л.С., Горбенко О.Ю. Оптимизированный подход к хирургической коррекции и профилактике генитального пролапса у женщин // Сеченовский вестник. 2014; 2 (16): 72–77.
7. Полянин Д.В., Лукач А.А., Британ М.С. Осложнения оперативного лечения пролапса гениталий различных стадий // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2012; 1 (38): 76–78.
8. Yashchuk A.G., Timersheina I.R., Maslennikov A.V. The Condition of vascular-platelet hemostasis in patients with genital prolapse // Kazanskiy meditsinskiy zhurnal. 2011; 92 (1): 53–55.
9. Байбулатова Л.Р., Бакиева Э.А., Колосова Е.Г., Кутлубаева Э.Р. Медико-социальные проблемы пролапса гениталий у женщин // Студенческий вестник. 2020; 11–1 (109):101–104.
10. Доброхотова Ю.Э., Камалов А.А., Слободянюк Б.А., Нагиева Т.С.К., Хлынова С.А., Димитрова В.И. Особенности сексуальной функции у пациенток с пролапсом гениталий // Акушерство и гинекология. 2020; 8:112–119.
11. Price N., Slack A., Jwarah E., Jackson S. The incidence of reoperation for surgically treated pelvic organ prolapse: an 11-year experience // Menopause Int. 2008; 14 (4):145–148.
12. Лологаева М.С., Арютин Д.Г., Оразов М.Р. Пролапс тазовых органов в XXI в. // Акушерство и гинекология: новости, мнения, обучение. 2019; 7 (3): 76–82.
13. Буянова С.Н., Щукина Н.А., Зубова Е.С. Пролапс гениталий // Российский вестник акушера-гинеколога. 2017;17 (1):37–45.
14. Chughtai B., Mao J., Buck J. Use and risks of surgical mesh for pelvic organ prolapse surgery in women in New York state: population based cohort study // BMJ. 2015; 2: 2685.
15. Basu M., Wise B., Duckett J. Urgency resolution following prolapse surgery: is voiding important? // Int Urogynecol J. 2013; 24(8): 1309–1313.
16. Ищенко А.И., Александров Л.С., Чушков Ю.В. Пролапс тазовых органов: патоморфологические аспекты // Российский вестник акушера-гинеколога. 2012; 12(2): 51–57.
17. Сухих Г.Т., Данилов А.Ю., Боташева Д.А. Некоторые аспекты развития пролапса гениталий // Российский вестник акушера-гинеколога. 2011; :33–37.

18. Устюжина А.С., Солодилова М.А., Полоников А.В., Пахомов С.П., Шокирова У.Г. Признаки дисплазии соединительной ткани у женщин с пролапсом гениталий // Акушерство, гинекология и репродукция. 2021; 15 (1): 32–40.
19. Тимошкова Ю.Л., Шмидт А.А., Курманбаев Т.Е., Комиссарова Ю.В., Кубасов М.В. Анамнестические факторы риска пролапса гениталий у женщин // Вятский медицинский вестник. 2021; № 1 (69): 59–63.
20. Tegerstedt G., Miedel A., Maehle-Schmidt M. Obstetric risk factors for symptomatic prolapse: a population-based approach // Am.J. Obstet. Gynecol. 2006; 194 (1): 75–81.
21. Смольнова Т.Ю., Адамян Л.В. Динамика фенотипических признаков синдрома дисплазии соединительной ткани в различные возрастные периоды. Актуальность проблемы в акушерстве и гинекологии // Акушерство и гинекология. 2013; 4: 74–49.
22. Busacchi P. Abnormalities of somatic peptide containing nerves suppling the pelvic flour of women with genitourinary prolapsed and stress urinary encontinence // Urology. 2004; 63(3): 591–595.
23. Lien K.C., Morgan D.M., Delancey J.O. Pudendal nerve stretch during vaginal birth: a 3-D computer simulation // Am.J. Obstet. Gynec. 2005; 192: 1669–1676.
24. Sze E. H., Sherard G.B., Dolezal J.M. Pregnancy Labor delivery, and pelvic organ prolapse // Obstet. Gynaec. 2002; 100 (5): 981–986.
25. Bodner-Adler B. Risk factors for uterine prolapse in Nepal // Int. Urogynecol. J. Pelvic Floor. Dysfunct. 2007; 18(11): 1343–1346.
26. Zong W., Stein S.E., Starcher B.A Iteration of vaginal elastin metabolism in women with pelvic organ prolapse // Obstet. Gynecol. 2010; 953–961.
27. Deval B., Rafii A., Poilpot S. Prolapse in the young woman: study of risk factors // Gynecol. Obstet. Fertil. 2002; 30 (9): 673–676.
28. Веропотвелян П.Н., Леуш С.С., Веропотвелян Н.П., Гужевская И.В. Современный взгляд на пролапс гениталий // Здоровье женщины. 2012; 5 (71): 40.
29. Buchsbaum G.M., Ducy E.E., Kerr L.A. Pelvic organ prolapsed in nulliparous women and their parous sisters // Obstet. Gynecol. 2006; 108 (6): 1388–1393.
30. MacLennan A.H., Taylor A.W., Wilson D. The prevalence of pelvic floor disorders and their relationship to gender, age, parity and mode of delivery // BJOG. 2000; 107(12): 1460–1470
31. Chappie C.R., Brubaker L., Haab R Patient-peraived outcomes in the treatment of stress urinary incontinence: focus on urethral injection therapy // Int. urogynecol. J. Pelvic Floor Dysfunc. 2007; 128920: 199–205.
32. Федорова А.А. Новый подход к лечению пролапса гениталий // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2019;18: 54–58.
33. Смольнова Т.Ю., Чупрынин В.Д. Пролапс гениталий: взгляд на проблему // Акушерство и гинекология. 2018; 10: 33–40.
34. Гиганшин А.М., Кулавский В.А., Ящук А.Г., Маслеников А.В., Кулавский Е.В. Характеристика факторов риска и клинических проявлений пролапса гениталий у нерожавших женщин // Акушерство и гинекология. Новости. Мнения. Обучение. 2018; 2 (20): 58–63.

© Салпагарова Фарида Хаджи-Магаметовна (fsalpagarova@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ставропольский Государственный медицинский университет

ОБОСНОВАНИЕ БЕЗЭКСТРАКЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ

JUSTIFICATION OF NON-EXTRACTIVE METHODS OF ORTHODONTIC TREATMENT OF PATIENTS

A. Sevastyanov
M. Rozhkova
S. Fishchev
A. Lepilin
I. Orlova
M. Puzdyreva
N. Vasilyeva
A. Shtorina

Summary. Relevance. An alternative to tooth extraction is to normalize the shape of the dental arches, by increasing their size in the sagittal and transversal directions. In the treatment of skeletal forms of anomalies, an alternative to tooth extraction is to modify the growth of the jaws by orthodontic methods or change the size and position of the jaws by surgical methods. In some cases, a combination of these methods of treatment is recommended. The purpose of the study. Optimization of non-extraction methods of treatment of patients, the first period of adulthood, with anomalies of the shape and size of the dental arches in accordance with the morphometric and functional parameters of the craniofacial complex.

Materials and methods. When performing this work, 1,493 people, the first period of adulthood, residents of St. Petersburg were examined. The comparison group consisted of 1115 people, it included 828 patients with physiological occlusion of permanent teeth and various variants of the shape and size of the dental arches (dolicho-, brachio- and mesognathic with their normal, macro- and microdontism). Various forms of optimal functional occlusion were determined in 287 people. The main methods of the clinical trial were carried out according to generally accepted methods in accordance with the protocol. Morphometric data, functional and aesthetic disorders were evaluated. An objective examination of the organs of the maxillofacial region was carried out, taking into account the recommendations of specialists. *Results and discussion.* Variability in the size of permanent teeth was found in all varieties of dental arches. For each of the 9 forms of dental arches, the main biometric parameters were characteristic, which can be used to determine the size of metal arches used at various stages of orthodontic treatment. *Conclusions.* Based on the morphometric parameters of the maxillofacial region, a classification of dental arches in physiological occlusion of permanent teeth is proposed. There are 9 main forms of dental arches: mesognathic normodont, mesognathic microdont, mesognathic macrodont, dolichognathic normodont, dolichognathic microdont, dolichognathic macrodont, brachignathic normodont, brachignathic microdont, brachignathic macrodont.

Севастьянов Аркадий Владимирович

Д.м.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
ardy.dkr@mail.ru

Рожкова Мария Геннадьевна

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
rozmaria2010@yandex.ru

Фищев Сергей Борисович

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
super.kant@yandex.ru

Лепилин Александр Викторович

Д.м.н., профессор, Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского Министерства здравоохранения РФ
lepilins@mail.ru

Орлова Ирина Викторовна

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
orisha@mail.ru

Пуздырева Маргарита Николаевна

К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
seven-spb@yandex.ru

Васильева Нелли Александровна

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
vas.nell@yandex.ru

Шторина Анастасия Александровна

К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
nastiya78@mail.ru

Аннотация. Актуальность. Альтернативой удалению зубов является нормализация формы зубных дуг, за счет увеличения их размеров в сагитальном и трансверсальном направлениях. При лечении скелетных форм аномалий альтернативой удалению зубов является модификация роста челюстей ортодонтическими методами или изменение размеров и положения челюстей хирургическими методами. В ряде случаев рекомендуют сочетание этих методов лечения.

Keywords: braces, plaster models, dentition, orthodontic treatment, metal arches.

Цель исследования. Оптимизация безэкстракционных методов лечения пациентов, первого периода зрелого возраста, с аномалиями формы и размеров зубных дуг в соответствии с морфометрическим и функциональным параметрами краниофациального комплекса.

Материалы и методы. При выполнении настоящей работы обследовано 1493 человека, первого периода зрелого возраста, жителей г. Санкт-Петербурга.

Группу сравнения составили 1115 человек в нее вошли 828 пациентов с физиологической окклюзией постоянных зубов и различными вариантами формы и размеров зубочелюстных дуг (долихо-, брахи- и мезогнатические при их нормо-, макро- и микродонтизме). У 287 человек определялись различные формы оптимальной функциональной окклюзии.

Основные методы клинического исследования проводились по общепринятым методикам в соответствии с протоколом. Оценивались морфометрические данные, функциональные и эстетические нарушения. Проводилось объективное обследование органов челюстно-лицевой области с учетом рекомендаций специалистов.

Результаты и обсуждение. Вариабельность размеров постоянных зубов встречалась при всех разновидностях зубочелюстных дуг. Для каждой из 9 форм зубочелюстных дуг были характерны основные биометрические параметры, которые могут быть использованы при определении размеров металлических дуг, используемых на различных этапах ортодонтического лечения.

Выводы. На основании морфометрических параметров челюстно-лицевой области предложена классификация зубочелюстных дуг при физиологической окклюзии постоянных зубов. Выделены 9 основных форм зубных дуг: мезогнатическая нормодонтная, мезогнатическая микродонтная, мезогнатическая макродонтная, долихогнатическая нормодонтная, долихогнатическая микродонтная, долихогнатическая макродонтная, брахи-гнатическая нормодонтная, брахи-гнатическая микродонтная, брахи-гнатическая макродонтная.

Ключевые слова: брекететы, гипсовые модели, зубные ряды, ортодонтическое лечение, металлические дуги.

Актуальность

Основными причинами удаления отдельных зубов по ортодонтическим показаниям считают дефицит места при несоответствии размеров зубных дуг параметрам челюстей и камуфляж скелетных аномалий окклюзии в сагиттальном направлении (1, 2, 3, 4). Альтернативой удалению, в первом случае, является нормализация формы зубных дуг, за счет увеличения их размеров в сагиттальном и трансверсальном направлениях. При лечении скелетных форм аномалий альтернативой удалению зубов является модификация роста челюстей ортодонтическими методами или изменение размеров и положения челюстей хи-

рургическими методами. В ряде случаев рекомендуют сочетание этих методов лечения.

Рекомендации специалистов по экстракционным и безэкстракционным методам комплексного лечения аномалий и деформаций челюстно-лицевой области меняются от одной точки зрения, к противоположной, и до сих пор этот маятник не остановлен (5, 6, 7, 8, 9).

Цель исследования

Оптимизация безэкстракционных методов лечения пациентов, первого периода зрелого возраста, с аномалиями формы и размеров зубных дуг в соответствии

с морфометрическим и функциональным параметрами краниофациального комплекса.

Материалы и методы исследования

При выполнении настоящей работы нами обследовано 1493 человека, первого периода зрелого возраста, жителей г. Санкт-Петербурга.

Пациенты, которым проводилось лечение патологии окклюзионных взаимоотношений, были разделены на две основные группы. В первую группу входили 203 пациента, которым проводили лечение без удаления зубов. У пациентов второй группы (175 человек) применяли экстракционные методы лечения.

В каждой группе было выделено по две подгруппы. У пациентов первой подгруппы определялось соответствие одонтометрических показателей основным параметрам челюстно-лицевой области, у пациентов второй подгруппы размеры зубов не соответствовали параметрам кранио-фациального комплекса.

Группу сравнения составили 1115 человек в нее вошли 828 пациентов с физиологической окклюзией постоянных зубов и различными вариантами формы и размеров зубочелюстных дуг (долихо-, брахи- и мезогнатические при их нормо-, макро- и микродонтизме). У 287 человек определялись различные формы оптимальной функциональной окклюзии.

Основные методы клинического исследования проводились по общепринятым методикам в соответствии с протоколом. Оценивались морфометрические данные, функциональные и эстетические нарушения. Проводилось объективное обследование органов челюстно-лицевой области с учетом рекомендаций специалистов.

В клинике использовали специальные методы исследования: краниометрические методы, биометрическое исследование моделей челюстей, ортопантомографию, телерентгенографию, фотографический метод.

Для диагностики использовали классификацию аномалий окклюзии Л.С. Персина (1989).

В сагиттальном направлении измерялась длина головы (g-ор). Диагональ лица измерялась как расстояние от козелка уха (точка «t») до субназальной точки «sn». Условную глубину гнатической части лица определяли математически, как высоту условного прямоугольного треугольника «t-sn-t».

Ширина лица сравнивалась с шириной зубной дуги между вторыми постоянными молярами. Ширина наружного носа сравнивалась с шириной зубной дуги в области клыков, а глубина гнатической части лица — с глубиной зубной дуги.

Измерения зубов проводили на гипсовых моделях челюстей и в полости рта. При этом пользовались одонтометрическим электронным штангенциркулем с точностью измерения до 0,01 мм. Определяли размеры коронок зубов в вестибулярно-язычном и медиально-дистальном направлении. Проводили расчет интердентальных соотношений.

Процентное соотношение суммы медиально-дистальных диаметров 4 резцов верхней челюсти с шириной лица (zy-zy) определяло дентально-фациальный индекс. При нормодонтизме постоянных верхних резцов указанный индекс составлял $23,5\% \pm 1,5\%$. Величина индекса менее 21,9% характеризовала индивидуальный микродонтизм, а более 25,1% — макродонтизм постоянных резцов.

Принадлежность зубов к макро-, микро- или нормодонтной системам определялась по среднему модулю моляров, который составлял полусумму модуля первого и второго моляра. При этом модуль моляра составлял половину от суммы вестибулярно-язычного и мезиально-дистального диаметров коронки. Величина среднего модуля при нормодонтизме составляла $10,8 \pm 0,2$ мм. Для микродонтизма была характерна величина модуля менее 10,59 мм, а для макродонтизма — более 11,1 мм.

При определении соответствия размеров зубов верхней челюсти размерам нижних зубов

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты проведенного нами исследования пациентов группы сравнения показали, что при физиологической окклюзии встречались 9 основных вариантов формы зубных дуг. У лиц с мезогнатическими, брахи- и долинатическими и долихогнатическими формами зубных дуг определялись варианты микродонтизма, нормодонтизма и макродонтизма постоянных зубов.

У большинства людей с физиологической окклюзией постоянных зубов был мезогнатический тип зубочелюстных дуг, который был выявлен у 363 человек, что составило $43,85 \pm 1,72\%$ от числа пациентов группы сравнения. Причем у 232 человек ($28,02 \pm 1,56\%$) определялся нормодонтизм, у 66 человек — макродонтизм и у 65 пациентов — микродонтизм постоянных зубов.

Долихогнатическая форма зубочелюстных дуг была у 208 человек ($25,12\% \pm 1,51\%$), которая сочеталась с нормодонтизмом у 75 человек ($9,06\% \pm 0,99\%$), с макродонтизмом — у 108 человек ($13,04\% \pm 1,17\%$), а с микродонтизмом — у 25 человек ($3,02\% \pm 0,59\%$).

При брахигнатической форме зубочелюстных дуг нормодонтизм был у 116 человек ($14,01\% \pm 1,2\%$), а микродонтизм — у 83 человек ($10,02\% \pm 1,04\%$). Реже брахигнатическая форма встречалась у лиц с макродонтизмом (58 человек).

Таким образом, вариабельность размеров постоянных зубов встречалась при всех разновидностях зубочелюстных дуг. Тем не менее, для мезогнатических дуг был характерен нормодонтизм. При долихогнатической форме чаще определялся макродонтизм постоянных зубов. При брахигнатической форме — нормодонтизм.

Таким образом, для каждой из 9 форм зубочелюстных дуг были характерны основные биометрические параметры, которые могут быть использованы при определении размеров металлических дуг, используемых на различных этапах ортодонтического лечения.

У лиц, которым ранее проводилось ортодонтическое лечение, была оптимальная функциональная окклюзия, при которой определялось большинство из основных «ключей» окклюзии, однако было характерным несоответствие одонтометрических показателей кефалометрическим и гнатометрическим параметрам, а в некоторых случаях контакты первых постоянных моляров верхней и нижней челюсти не соответствовали нейтральному положению.

Нами выделены четыре основных варианта оптимальной функциональной окклюзии: оптимальная функциональная окклюзия при полном комплекте постоянных зубов и несоответствием одонтометрических показателей кефалометрическим и гнатометрическим параметрам 1 степени; оптимальная функциональная окклюзия при неполном комплекте постоянных зубов и неравном количестве антагонистов, но одинаковом количестве антимеров (соотношение первых постоянных моляров по II или III классу); оптимальная функциональная окклюзия при неполном комплекте постоянных зубов и равном количестве антагонистов (удалены 4 зуба, например премоляры); оптимальная функциональная окклюзия при наличии искусственных зубов, замещающих дефекты зубных рядов.

Выявленные особенности вариантов оптимальной функциональной окклюзии нами использовались в качестве эталона при планировании ортодонтического

лечения пациентов с аномалиями и деформациями зубочелюстных дуг.

Учитывая многообразие аномалий и деформаций зубочелюстных дуг, характеризующихся сужением, укорочением, удлинением, краудингом, ретенцией и полуретенцией зубов, в сочетании с дефектами зубных рядов различной протяженности и локализации, осложненных и не осложненных деформациями в различных направлениях нами предложены диагностические схемы определения аномалий, алгоритмы обследования пациентов с аномалиями, обоснованы показания к удалению отдельных зубов. Дана балльно-рейтинговая система оценки состояния окклюзионных взаимоотношений при различных вариантах формы и размеров зубочелюстных дуг, включая и их аномалии.

Физиологическая окклюзия при различных вариантах формы и размеров зубов и зубочелюстных дуг оценивалась от 81 до 100 баллов. Состояние окклюзионных взаимоотношений при различных вариантах оптимальной функциональной окклюзии оценивалось нами в диапазоне 61–80 баллов.

Состояние окклюзионных взаимоотношений у пациентов с аномалиями и деформациями зубочелюстных дуг и мезогнатической зубной системой, при которой определялось соответствием одонтометрических показателей гнатометрическим и кефалометрическим параметрам оценивались в 51–60 баллов.

Состояние окклюзионных взаимоотношений при аномалиях и деформациях зубных дуг у пациентов с долихогнатическими или брахигнатическими зубными системами и соответствием одонтометрических показателей кефалометрическим и гнатометрическим параметрам оценивались в 41–50 баллов.

При несоответствии одонтометрических показателей кефалометрическим и гнатометрическим параметрам в зависимости от степени выраженности и количества зубов состояние окклюзионных взаимоотношений оценивалось от 11 до 40 баллов. Гнатические формы аномалий окклюзии были оценены от 0 до 10 баллов.

Таким образом, предложенные методы исследования и балльно-рейтинговая система оценки окклюзионных взаимоотношений, позволили определять тактику ортодонтического лечения и оценить эффективность проведенных методов комплексного лечения пациентов в исследуемых группах.

В результате проведенного исследования и с учетом анализа используемой литературы установлено, удаление постоянных зубов при ортодонтическом лечении

рекомендовано проводить при несоответствии одонтометрических показателей гнатометрическим и кефалометрическим параметрам второй и третьей степени. К тому же компенсаторное удаление зубов проводилось при отсутствии одного из антимеров в случае дефицита места для зубов в зубочелюстных дугах.

Альтернативой экстракционным методам было: выбор формы дуги и прописи брекетов у пациентов при соответствии одонтометрических показателей гнатометрическим и кефалометрическим параметрам.

При лечении аномалий и деформаций зубочелюстных дуг у пациентов с микродонтной зубной системой, как правило, применялись безэкстракционные методы лечения. Так же экстракционные методы лечения были нецелесообразны при лечении пациентов, у которых размеры зубов соответствовали кефалометрическим и гнатометрическим параметрам. В этих случаях при аномалиях и деформациях зубных дуг была рекомендована реконструкция зубных дуг в соответствии с параметрами краниофациального комплекса.

Для получения мезогнатической нормодонтной формы зубочелюстных дуг было рекомендовано использовать металлические дуги «среднего» размера. При макродонтизме более рациональными были дуги «большого» размера, а при микродонтизме — малого размера. Наиболее целесообразной прописью брекетов был «стандартный» торк.

При конструировании долихогнатических форм применялись брекететы с «высоким» торком, а форма дуг определялась размерами зубов. Малые дуги применялись у пациентов при нормо- и микродонтизме, а «средние» размеры — при макродонтизме постоянных зубов.

Брахигнатические формы получали с использованием брекетов с низким торком. Однако при нормо- и микродонтизме использовались металлические дуги «большого» размера, а при микродонтизме — среднего размера.

При несоответствии одонтометрических показателей гнатометрическим и кефалометрическим параметрам I степени альтернативой экстракционным методам лечения служил выбор металлических дуг и выбор прописи брекетов для получения оптимальной функциональной окклюзии.

При этом у пациентов с мезогнатическими нормодонтными формами использовали брекететы с «высоким» торком, а металлические дуги — среднего размера. В связи с этим после лечения параметры зубных дуг

были близки к долихогнатической макродонтной форме, а окклюзионные взаимоотношения соответствовали признакам оптимальной функциональной окклюзии.

У пациентов с мезогнатическими макродонтными зубными системами более рациональными были экстракционные методы лечения аномалий даже при дефиците места в зубной дуге I степени. После альтернативного безэкстракционного лечения в этих случаях сохранялось напряжение в зубных дугах, что, нередко, способствовало рецидиву патологии.

У пациентов с долихогнатическими нормодонтными формами зубных дуг альтернативой экстракционным методам лечения являлось применение брекетов с высоким торком и использованием металлических дуг среднего размера. Полученные в ходе лечения окклюзионные взаимоотношения соответствовали признакам оптимальной функциональной окклюзии, а размеры зубных дуг были близки к параметрам, полученным у лиц с долихогнатической макродонтной системой.

ВЫВОДЫ

1. На основании морфометрических параметров челюстно-лицевой области предложена классификация зубочелюстных дуг при физиологической окклюзии постоянных зубов. Выделены 9 основных форм зубных дуг: мезогнатическая нормодонтная, мезогнатическая микродонтная, мезогнатическая макродонтная, долихогнатическая нормодонтная, долихогнатическая микродонтная, долихогнатическая макродонтная, брахигнатическая нормодонтная, брахигнатическая микродонтная, брахигнатическая макродонтная.
2. Разработана балльно-рейтинговая система оценки окклюзионных взаимоотношений, при которой физиологическая окклюзия оценивалась в диапазоне от 81 до 100 баллов в зависимости от вариантов формы и размеров зубов и зубочелюстных дуг. Оптимальная функциональная окклюзия была оценена в диапазоне от 61 до 80 баллов. Зубоальвеолярные формы аномалий и деформаций челюстно-лицевой области оценивались в диапазоне от 11 до 60 баллов в зависимости от выраженности патологии и соответствии одонтометрических показателей гнатометрическим параметрам. Гнатические формы аномалий оценивали в диапазоне от 1 до 10 баллов.
3. При лечении пациентов с аномалиями окклюзии и соответствии одонтометрических показателей гнатометрическим параметрам рекомендована реконструкция зубных дуг в соответствии с индивидуальными параметрами краниофациального комплекса. Для получения мезогнатической

формы зубной дуги у пациентов с нормодонтизмом постоянных зубов рекомендовано использовать металлические дуги «среднего» размера. При макродонтизме более рациональными были дуги «большого» размера, а при микродонтизме — малого размера. Наиболее целесообразной прописью брекетов был «стандартный» торк. При конструировании долихогнатических форм необходимо применять брекететы с «высоким» торком. Малые дуги применялись у пациентов при нормо- и микродонтизме, а «средние» размеры — при макродонтизме постоянных зубов.

Брахигнатические формы получали с использованием брекетов с низким торком. Однако при нормо- и микродонтизме использовались металлические дуги «большого» размера, а при микродонтизме — среднего размера. Соблюдение этих рекомендаций позволяло проводить безэкстракционные методы лечения.

4. Несоответствие размеров зубов параметрам зубочелюстных дуг второй и третьей степени определяло показания к экстракционным методам лечения пациентов с различными вариантами зубочелюстных дуг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов Б.Н., Доменюк Д.А., Дмитриенко С.В., Коробкеев А.А., Арутюнова А.Г. Морфологические особенности строения лицевого скелета и клинико-диагностические подходы к лечению зубочелюстных аномалий у детей в периоде раннего сменного прикуса // *Стоматология детского возраста и профилактика*. — 2019. — Т. 19. — № 1 (69). — С. 26–38.
2. Данилова М.А., Газизуллина О.Р. Сочетанный метод лечения пациентов с зубочелюстно-лицевыми аномалиями несъемной техникой и эластопозиционерами // *Фундаментальные исследования*. — 2013. — № 9 (часть 4). — С. 632–636.
3. Данилова М.А., Залазаева Е.А. Междисциплинарный подход к диагностике, профилактике и коррекции зубочелюстных и речевых нарушений у детей с церебральным параличом // *Российская стоматология*. — 2018. — Т. 11, № 3. — С. 45–48.
4. Климов А.Г., Рожкова М.Г., Лепилин А.В. и др. Электромиографические показатели у пациентов с дефицитом места в зубном ряду // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки*. — 2021. — № 1. — С. 152–156.5. Рожкова М.Г., Лепилин А.В., Кондратюк А.А. и др. Морфологические особенности различных физиологических вариантов окклюзионных взаимоотношений // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки»*. — 2021. — № 1. — С. 152–156.
5. Bulyalert A., Pimkhaokham A. A novel classification of anterior alveolar arch forms and alveolar bone thickness: A cone-beam computed tomography study // *Imaging, Sci. Dent.* — 2018. — Vol. 48. — № 3. — P. 191–199.
6. Camardella L.T., Sá B., Guimarães L.C. Agreement in the determination of preformed wire shape templates on plaster models and customized digital arch form diagrams on digital models // *Am.J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* — 2018. — Vol. 153. — № 3. — P. 377–386.
7. Tiwari A., Gard A., Virang B. Arch form in orthodontics: a review // *J. App. Dent. Med. Sci.* — 2018. Vol. 4. — № 1. — P. 118–127.
8. Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kochkonyan A.S., Karslieva A.G., Dmitrienko D.S. Modern classification of dental arches // *Archiv EuroMedica*. — 2014. — Т. 4. — № 2. — С. 14–16.
9. Dmitrienko S.V., Fomin I.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A., Subbotin R.S. Enhancement of research method for spatial location of temporomandibular elements and maxillary and mandibular medial incisors // *Archiv EuroMedica*. — 2019. — Т. 9. — № 1. — P. 38–44.

© Севастьянов Аркадий Владимирович (ardy.dkr@mail.ru), Рожкова Мария Геннадьевна (rozmaria2010@yandex.ru),
 Фицев Сергей Борисович (super.kant@yandex.ru), Лепилин Александр Викторович (lepilins@mail.ru),
 Орлова Ирина Викторовна (orisha@mail.ru), Пузырева Маргарита Николаевна (seven-spb@yandex.ru),
 Васильева Нелли Александровна (vas.nell@yandex.ru), Шторина Анастасия Александровна (nastiya78@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ НА РАННИХ ЭТАПАХ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ С ОПОРОЙ НА ИМПЛАНТАТЫ

RELATIVE FUNCTIONAL ACTIVITY OF MASTICATORY MUSCLES IN THE EARLY STAGES OF IMPLANT-SUPPORTED ORTHOPEDIC REHABILITATION

**E. Semeleva
N. Kondrateva**

Summary. The article is devoted to the study of the functional state of the maxillofacial region using surface electromyography in patients with unilateral included defects in the dentition. The authors proved that in patients treated with implants, the electromyography of the masticatory muscles was significantly normalized.

Keywords: implant, surface electromyography, included unilateral defects, functional state of the maxillofacial region.

Семелева Екатерина Игоревна

*К.м.н., доцент, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова
Ekaterina.Semeleva@szgmu.ru*

Кондратьева Наталия Александровна

*К.м.н., ассистент, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова
Nataliya.Kondrateva@szgmu.ru*

Аннотация. Работа посвящена изучению функционального состояния челюстно-лицевой области с помощью поверхностной электромиография у пациентов с односторонними включенными дефектами зубных рядов. Авторами было доказано, что у пациентов, протезированных с опорой на имплантаты достоверно нормализуются показатели электромиография жевательных мышц.

Ключевые слова: протезирование на имплантатах, поверхностная электромиография жевательных мышц, включенные одностороннее дефекты, функциональное состояние челюстно-лицевой области.

Актуальной проблемой реабилитации пациентов с частичной потерей зубов является восстановление и дальнейшее обеспечение оптимальной функции челюстно-лицевой области. При лечении пациентов с полной или частичной потерей зубов широко применяется метод протезирования с опорой на имплантаты (Allen F., McMillan A., 2002). Принято считать, что размер имплантатов, используемых для восстановления зубных рядов, не влияет на силу сжатия зубных рядов, однако этап хирургического планирования важен для оптимальной функции челюстно-лицевой области (Gulje F., Abrahamson I., Chen S., 2013). Поэтому за последнее десятилетие наибольшее количество исследований, направленных на изучение имплантатов, было в части хирургического этапа лечения (Berglundh T., Abrahamsson I., Alboy J.P., 2007, Kang I.H., Kim. C.W., Lim Y.J., 2011, Donati M., 2013). При восстановлении морфологии зубного ряда необходимо оценивать функциональную адаптацию пациентов к протезам. Для корректной оценки нейромышечной координации жевательных мышц используется поверхностная электромиография (пЭМГ), позволяющая оценить функциональное состояние жевательных мышц (Ferrario V., Sforza C. Rosatti R., 2016, Фадеев Р.А., Сатыго Е.А. 2013). Данные, полученные в ходе таких исследований, явля-

ются объективным подтверждением мышечной функциональной адаптации на проведенное стоматологическое лечение.

Цель работы

Сравнение функциональной активности жевательных мышц на ранних этапах ортопедической реабилитации у пациентов с включенными односторонними дефектами зубных рядов в боковых участках верхней или нижней челюсти с отсутствием не более двух зубов, протезированных с опорой на имплантаты.

Материалы и методы

В настоящем исследовании приняли участие 84 пациента в возрасте от 20 до 45 лет без патологии височно-нижнечелюстных суставов и заболеваний пародонта. Пациенты были разделены на две схожие по полу и возрасту группы, отличающиеся наличием дефектов зубных рядов. Первую группу составили 43 пациента с включенными односторонними дефектами зубных рядов в боковых участках верхней или нижней челюсти с отсутствием не более чем двух зубов, протезированные с опорой на имплантаты. После изготовления про-

Таблица 1. Индексы пЭМГ у пациентов с полным зубным рядом и включенными дефектами ($p < 0,005$)

Группы сравнения	ЭМГ – индексы (%)						
	POC temp.	POC mass.	POC med.	ASSIM	ATTIV	TORQ	IMP
Пациенты с включенными дефектами зубного ряда	72,76±3,5	77,19±1,8	74,97±2,4	5,63±4,9	14,75±5,3	6,59±4,5	91,46±1,86
Пациенты с полным зубным рядом	84,21±1,79	86,32±2,19	83,57±1,32	1,98±4,92	2,56±4,35	2,22±5,61	119,11±9,43

Таблица 2. ЭМГ — индексы у пациентов, протезированных с опорой на имплантаты ($n=43$)

Оцениваемый параметр	Сразу после протезирования	Через 1 месяц после протезирования	p-уровень
POC temp	79,81±1,7	84,36±2,1	0,003
POC mass	80,5±1,4	83,27±3,5	0,003
POC med	80,18±1,1	84,12±2,7	0,003
IMP	92,14±1,2	122,39±2,2	0,001

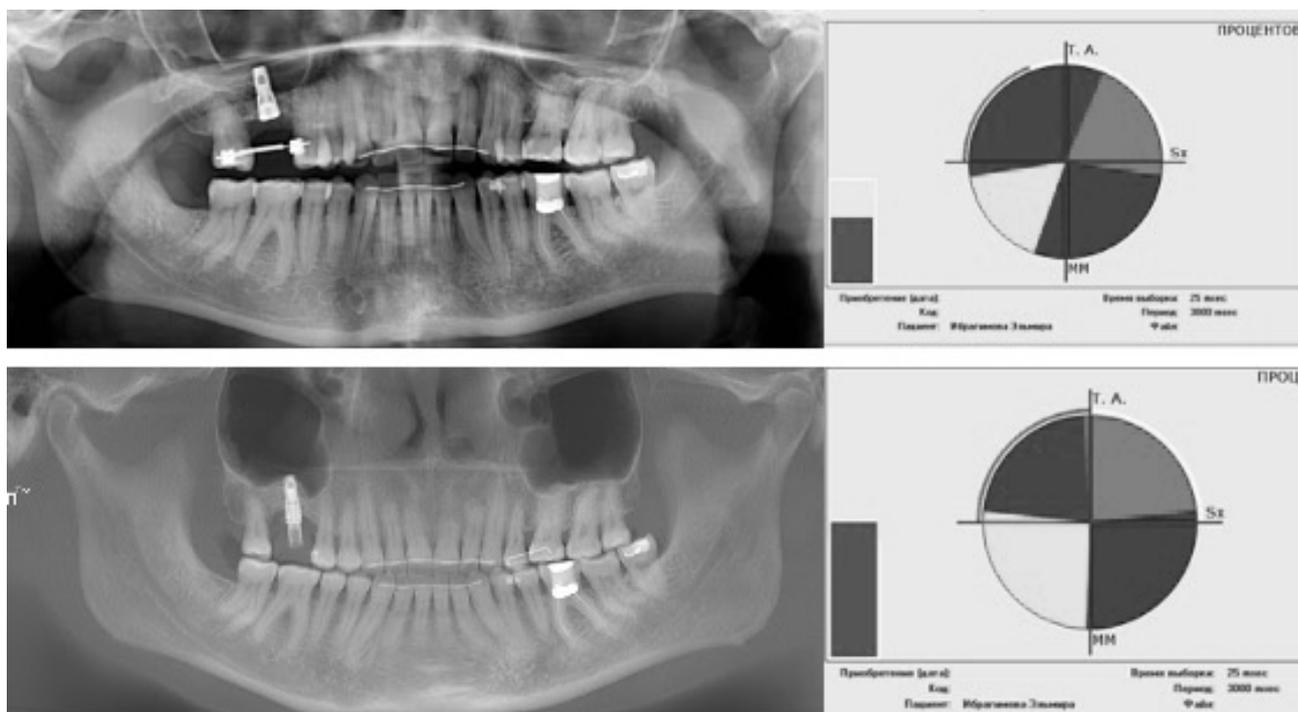


Рис. 1. Сравнение ЭМГ показателей до и после ортопедической реабилитации

тезных конструкций у каждого из включенного в группу исследования имелось по 10–12 пар окклюзионных контактов зубов антагонистов. Во вторую, контрольную группу вошел 41 человек с полные зубные ряды и по 14 пар окклюзионных контактов.

Всем пациентам была выполнена пЭМГ жевательных мышц до, через 1 месяц и после окончания протезирования. Анализ показателей проводили по стандарти-

зированным, интегральным индексам, разработанным в Миланском университете под руководством профессора В. Феррарио.

В окклюзионной схеме наблюдалось симметричное распределение контактов в положении центральной окклюзии. При моделировании окклюзионной поверхности коронок на имплантаты избегали контактов при латеро-и медиотрузионных движениях.

Результаты исследования

Все пациенты, участвующие в исследовании, были удовлетворены своими протезами и субъективно считали жевательную эффективность адекватной. Анализ данных электромиографического измерения жевательных мышц у пациентов с включенными дефектами показал, что при нарушении целостности зубного ряда имеется снижение мышечной активности и выраженная асимметрия (Таблица 1).

Уменьшение стандартизированного показателя IMP, описывающего общую биоэлектрическую активность, до 91,46% у пациентов с включенными дефектами зубного ряда при норме $120 \pm 5,4\%$, указывает на мышечную дезадаптацию, возникшую в результате компенсаторных процессов жевательного аппарата.

При сравнении стандартизированных индексов в динамике у пациентов, протезированных с опорой на имплантаты, были выявлены следующие изменения (Таблица 2).

Было установлено, что через месяц пользования протезами с опорой на имплантатах функциональное состояние челюстно-лицевой области стало оптимальным. На это указывают достоверно увеличенные стандартизированные показатели пЭМГ жевательных мышц, которые достигли референтных значений (Рис. 1).

Увеличение общей биоэлектрической активности жевательных мышц у пациентов, протезирование которых проведено с опорой на имплантаты, может быть обусловлено снижением проприоцептивной чувствительности в области протезирования.

Заключение и обсуждение

Настоящее исследование продемонстрировало, что протезы с опорой на имплантаты обеспечивают достаточное жевательное усилие для полноценной ме-

ханической обработки пищи, хотя и уступают по этому параметру естественным зубам. Наличие правильных статических и динамических контактов на окклюзионной поверхности, отсутствие преждевременных контактов способствуют нормализации мышечной активности и поддержанию физиологического пространственного положения нижней челюсти во время жевания и глотания. Замещение дефектов с опорой на имплантаты повышает качество жизни пациентов и является более щадящим для зубочелюстного аппарата пациента в целом.

Поверхностная ЭМГ жевательных мышц позволила провести качественный и количественный анализ функционального состояния ЧЛО. Электромиографическое исследование выявило наличие изменений электрофизиологических характеристик жевательных мышц у пациентов с включенными дефектами зубного ряда. В исследовании удалось оценить особенности функционального состояния жевательных мышц и изменения электрофизиологических характеристик при протезировании у пациентов с частичными включенными дефектами зубного ряда протезированных с опорой на имплантаты. Данное поверхностное ЭМГ-исследование показало, что функциональные параметры жевательных мышц у пациентов с ортопедическими конструкциями с опорой на имплантаты увеличиваются в динамике. Достижение адекватной балансировки окклюзии, оптимальное распределение нагрузки на зубной ряд, создание стабильного двустороннего максимального межбугоркового контакта способствовало нормализации координации нейромышечной активности.

Настоящие данные были собраны до и через 1 месяц после ортопедического лечения, и результаты нельзя экстраполировать на более длительные сроки ношения протезов. Дополнительные исследования более отдаленных результатов могут дать лучшее понимание изменений нейромышечного контроля в связи с ортопедическим лечением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зекий, А.О. Мониторинг жевательной функции в динамике адаптации к зубным протезам с опорой на внутрикостные имплантаты // Журнал научных статей здоровье и образование в XXI веке. 2017. — Т. 19, № 11. — С. 122–126.
2. Трезубов, В.Н. Сравнительная оценка качества функциональности съемных зубных и имплантационных протезов по данным электромиографии / В.Н. Трезубов, Р.А. Розов, А.И. Лупашко, Е.А. Рубежова // Инженерный вестник Дона. 2018. — 1(48). — С. 29.
3. Фадеев, Р.А. Применение метода определения положения нижней челюсти при лечении пациентов с частичной потерей зубов / Р.А. Фадеев, К.З. Ронкин, И.В. Мартынов, А.Е. Червоток // Ин-т стоматологии. — 2014. — Т. 63, № 2. — С. 32–35.
4. Allen, F. Food selection and perceptions of chewing ability following provision of implant and conventional prostheses in complete denture wearers / F. Allen, A. McMillan, // Clinical Oral Implants Research. 2002. — V.13. — P. 320–326.
5. Donati, M. Marginal bone preservation in single-tooth replacement: a 5-year prospective clinical multicenter study // M. Donati, V. La Scala, R. Di Raimondo et al. // Clin Implant Dent Relat Res. 2013. — E-pub July 25, doi:10.1111/cid.12117

6. Gulje, F. Implants of 6 mm vs 11 mm lengths in the posterior maxilla and mandible: a 1-year multicenter randomized controlled trial / F. Gulje, I. Abrahamson, S. Chen et al. // *Clinical Oral Implants Res.* 2013. — Vol.24(12). — P. 1325–1331.
7. Kang, I.H. A comparative study on the initial stability of different implants placed above the bone level using resonance frequency analysis / I.H. Kang, C.W. Kim, Y.J. Lim et al. // *J Adv Prosthodont.* 2011 — Vol.3(4). — P. 190–195.
8. Sforza, C.R. EMG analysis of trapezius and masticatory muscles: experimental protocol and data reproducibility / C.R. Sforza, M. De Menezes, F. Musto, M. Toma // *J Oral Rehabil.* 2011 — Vol.38(9). — P. 648–654.
9. Tartaglia, G.M. Electromyographic analysis of masticatory and neck muscles in subjects with natural dentition, teeth-supported and implant-supported prostheses / G.M. Tartaglia, T. Testori, A. Pallavera, B. Marelli, C.R. Sforza // *Clin Oral Implants Res.* 2008. — Vol.19(10). — P. 1081–1088.
10. Bersani, E. Implant-supported prosthesis following Branemark protocol on electromyography of masticatory muscles / E. Bersani, S.C. Regalo, C.M. Santos, D.T. Chimello, R.H. De Oliveira et al. // *J Oral Rehabil.* 2011. — Vol.38(9). — P. 668–673.
11. Rosati R. Standardized electromyographic indexes allow a reliable measurement of masticatory muscles function / R. Rosati, E. Semelewa, E. Satygo, E. Ivanova, F. Rosati, A. Silin, V. Ferrario // *Stomatology Edu Journal.* — 2016. — Vol.3. — № 2. — P. 10–17.

© Семелева Екатерина Игоревна (Ekaterina.Semeleva@szgmu.ru),
 Кондратьева Наталия Александровна (Nataliya.Kondrateva@szgmu.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



СЗГМУ им. И.И. Мечникова

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХИ РАЗНОГО ГЕНЕЗА

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MECHANICAL JARCUS DIFFERENT GENESIS

V. Shalin
E. Troshin
I. Vashurkina
G. Smirnova
V. Kozharinov
S. Shalina

Summary. Jaundice is a clinical syndrome that occurs due to a violation of the metabolism of bilirubin in body fluids and tissues, characterized by icteric staining of the skin, sclera and mucous membranes. In modern surgery, this syndrome occurs in many acute and chronic diseases of both hepatobiliary and many other systems. Obstructive jaundice is of particular interest to the surgeon. However, diagnostics based only on external clinical signs hides various causes of occurrence. Obstructive jaundice of a tumor and non-tumor nature presents not only difficulties in differential diagnosis, but also in the choice of tactics of conservative and surgical treatment.

Keywords: obstructive jaundice, gallbladder, surgery, tumor, calculi.

Шалин Владислав Витальевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарева»
vladshalin190@gmail.com

Трошин Евгений Михайлович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарева»
jeka.troshin@mail.ru

Вашуркина Ирина Михайловна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный
Исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарева»
itpolyakova@ya.ru

Смирнова Галина Васильевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарева»
galina.cmirnova-g@yandex.ru

Кожаринов Владислав Святославович

Врач травматолог-ортопед, Пензенская
областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко

Шалина Светлана Владимировна

Врач-ревматолог, Пензенская областная
клиническая больница им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. Желтуха — клинический синдром, возникающий из-за нарушения обмена билирубина в жидкостях и тканях организма, характеризующийся желтушным окрашиванием кожных покровов, склер и слизистых оболочек. В современной хирургии данный синдром встречается при множестве острых и хронических заболеваний как гепатобилиарной, так и многих других систем. Отдельный интерес для врача-хирурга представляет механическая желтуха. Однако диагностика только по внешним клиническим признакам скрывает в себе различные причины возникновения. Механическая желтуха опухолевой и неопухолевой природы представляет собой не только сложности в дифференциальной диагностике, но и в выборе тактики консервативного и оперативного лечения.

Ключевые слова: механическая желтуха, желчный пузырь, хирургия, опухоль, конкременты.

Классификация

Механическая желтуха развивается и прогрессирует в связи с нарушением оттока желчи на различных уровнях желчевыводящих путей. В современной классификации причин данного синдрома выделяют: пороки развития (атрезия, гипоплазия), доброкачественные заболевания (желчекаменная болезнь, стриктуры и стенозы желчных протоков), воспалительные процессы (холециститы, холангиты, панкреатиты, папиллиты), злокачественные новообразования (рак гепатобилиарной и панкреатодуоденальной систем), паразитарные и бактериальные заболевания (эхинококкоз, абсцесс)[1].

Патогенез

Возникновению механической желтухи способствуют многие патофизиологические изменения, включающие в себя недоедание, острую почечную недостаточность и инфекции, которые могут быть смертельными.

Анатомо-физиологические взаимосвязи печени, желчного пузыря и внепеченочных желчевыводящих путей приводят к их совместному поражению при хронических формах механической желтухи. Возникновению данной патологии способствуют недоедание, острая почечная недостаточность и инфекции, которые могут быть смертельными. Морфофункциональные особенности нарушения обменных процессов в печени, наличие сопутствующих факторов значительно усугубляют течение заболевания, что повышает риск возникновения осложнений и смертельных исходов во время проведения операций.[2]

Гипертензия во внутривнутрипеченочных желчных ходах приводит к их разрыву и гепатоциты пропитываются желчью. Желчное пропитывание приводит к некрозу клеток печени, снижается потребление кислорода и нарушаются процессы окислительного фосфорилирования. Желчная гипертензия также вызывает расширение просвета и утолщение стенок протоков. Резкое изменение соотношения просвет/толщина стенки, некроз гепатоцитов, холангит приводят к застою желчи и возникновению более тяжелых воспалительных реакций.[3]

Холестаз, возникающий в результате механической обструкции, быстро приводит к холестатической интоксикации, холангитов, печеночно-клеточной недостаточности, что выражается в прогрессировании нарушений детоксикационной и синтетической функций печени.[4]

Нарастание печеночно-клеточной недостаточности, длительный механический спазм являются одной

из наиболее частых причин летального исхода. Это связано с тяжелыми морфофункциональными, гемодинамическими и гомореологическими нарушениями.[5]

Длительное течение желчной гипертензии оказывает прогрессирующее деструкционно-некротическое действие на гепатоциты. Это ведет к нарушению структуры и свойств клеточных мембран в результате изменения количественного и качественного состава мембранных липидов, холестерина, желчных кислот, мембраносвязанных ферментов и белков-транспортеров.[6]

У больных с механической желтухой печеночный кровоток уменьшается более чем наполовину. Снижение кровотока печени напрямую зависит от длительности блокады желчных путей. Низкий кровоток приводит к гипоксии, в результате которой усиливаются явления гликолиза, уменьшаются запасы гликогена в печени и дегенерация фосфолипидов клеточных мембран и впоследствии приводит к гибели гепатоцитов. Данное состояние губительно влияет даже на интактную печень. Ишемия ткани печени приобретает токсическую активность в результате центральнобулярно расположенных гепатоцитов, которые находятся в зоне с низким уровнем снабжения кислородом. Возникающая печеночная недостаточность расценивается как срыв компенсаторных возможностей печени и развитие метаболического ацидоза.[7]

В условиях механической обструкции происходит изменение архитектоники паренхимы печени, соединительнотканного компонента, эпителиальных и мышечных элементов, нервно-сосудистого аппарата и системы протоков. Это проявляется фиброзированием желчного пузыря, гипертрофией мышечной оболочки кровеносных сосудов, их дилатация, в особенности венозной и лимфатических систем. При обтурации общего желчного протока изменения более выраженные, чем при медленно нарастающей обтурации.[8]

Морфологические изменения печени приводят к функциональным нарушениям физиологически взаимосвязанных систем организма, в результате действия продуктов аутолиза, так и при нарушении желчепroduцирующей, так и детоксикационной функций. Патофизиологически значимое влияние на состояние всех органов и систем оказывает гепатогенная интоксикация. Основными клинически значимыми симптомами являются синдромы желтух, холестаза, цитолитического, мезенхимально-воспалительного, портальной гипертензии, гепаторенального, геморрагического. В результате нарушения функции детоксикации, деструкции и некроза клеток печени в кровеносной системе накапливаются различные биохимические вещества

(аммиак, билирубин, свободные жирные кислоты, полиамины, производные индола и фенола, мочевины и креатинин). Накапливающиеся метаболиты при печеночной недостаточности дают вторичный гепатотропный эффект: они поражают окислительную систему печени, что выражается в гепатоцеребральной недостаточности.[9]

Нередко у пациентов с механической желтухой наблюдаются тромбгеморрагические осложнения. Основная роль в их развитии принадлежит следующим системам — свертывающей, фибринолитической, калликреин-кининовой. Нарушения микроциркуляции, коагуляции, микротромбозов, повышение проницаемости капилляров лежит в основе нарушения кровообращения жизненно важных органов, что выражается в виде печеночно-почечного синдрома. [10]

Характерные для механической желтухи гемодинамические нарушения включают брадикардию, обусловленную рефлексом, возникающим при механическом растяжении желчных протоков, повышение сердечного выброса, сосудистой проницаемости и вазодилатацию. Снижение артериального давления связано с действием желчных кислот на рецепторы и центр вагуса, на узел Киса-Флака и кровеносные сосуды. Перечисленные факторы требуют большого количества жидкости и большого ударного объема сердца, чтобы поддержать артериальное давление и диурез.[11]

Длительное нарушение проходимости желчных путей может стать причиной мальабсорбции жиров и стеатореи. В связи с нарушением энтерогепатического кровообращения жирорастворимые витамины перестают всасываться. Дефицит таких витаминов как А, D, Е и К приводят к ночной слепоте, рахиту, нарушению нервно-мышечной проводимости и нарушению свертываемости крови соответственно. [12]

Бактериальная флора

Наличие или попадание патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, их персистенция и выделение продуктов жизнедеятельности может стать причиной возникновения инфекционных процессов, что также приведет к возникновению механической желтухи и даже будет осложнять её течение. В условиях нормальной физиологии, сфинктер Одди представляет собой естественный защитный барьер для проникновения бактерий из двенадцатиперстной кишки ретроградно. В свою очередь, сфинктер Люткенса препятствует проникновению бактерий в желчный пузырь, но не препятствует возникновению холангитов. Также имеет место быть гематогенное или лимфогенное через печеночную артерию, портальную вену или

через печеночные лимфатические узлы. Оперативные вмешательства, такие как эндоскопическая ретроградная папиллосфинктеротомия, холангиоэнтеростомия, установка стентов в желчные пути могут привести к системной воспалительной реакции и увеличивают риск возникновения сепсиса в результате бактериемии и токсемии. [13]

Микроорганизмы, культивируемые из желчи больных с холецистохолангитом в основном включают: грамотрицательные — *Escherichia coli*, виды *Klebsiella*, *Proteus*, *Pseudomonas*; грамположительные — *Streptococcus* и *Enterobacter*. Поэтому при лечении механической желтухи, сопровождаемой бактериемией, применяют антибиотики или антибактериальный препарат, в спектр которых входят высеянные микроорганизмы. [14]

Клиника

Клиническая симптоматика складывается из жалоб пациента, данных внешнего осмотра и данных лабораторно-инструментальных методов исследования.

Характерными симптомами механической желтухи являются: боль, изменения цвета кожных покровов и склер, кожный зуд, снижение массы тела и аппетита, лихорадка.

Боль — наиболее частый спутник механической желтухи. Причинами возникновения могут быть инвазии или компрессии опухолью нервных стволов; обструкция желчными камнями желчного или вирсунгова протока, симптомами раздражения брюшины в результате обострения панкреатита.

При опухоли головки поджелудочной железы боль локализуется в правой подреберной или надчревной области; при поражении тела и хвоста болевые ощущения находятся в левом подреберье или эпигастрии, но может и проявляться болями в правом подреберье. Для диффузного поражения характерна боль в верхних отделах живота. Часть пациентов описывают боль в одном месте, другие описывают иррадиацию в позвоночник, межлопаточную области или под правую лопатку. При компрессии вирсунгова протока болевой описывает приступообразную опоясывающую боль.[15]

Болевые ощущения чаще всего возникают в позднее время суток, при положении лежа на спине, после погрешности в диете. При раке тела поджелудочной железы боль становится нестерпимой, особенно при прорастании или компрессии солнечного сплетения. В связи с этим больные принимают вынужденное положение, так называемую позу «крючка».[16]

Симптом желтух — клинически важный симптом, проявляющийся пожелтением мочи, видимых слизистых оболочек, склер. Это связано с накоплением билирубина в клетках кожи и слизистой в результате его повышенного содержания в крови. Пациент жалуется на изменение цвета кожи и ярко выраженный кожный зуд в результате раздражения желчными кислотами чувствительных нервных окончаний. [17]

Холестаз — носит характер нарушения и полного прекращения поступления компонентов желчи, застою в протоке и возможным пропитыванием в кровь. Проявляется повышением в крови количества биохимических маркеров холестаза, синдромами холемии и ахолии. Биохимические маркеры — прямой билирубин, холестерин, липопротеины, фосфолипиды, холаты. Также отмечается повышение уровня экскреторных ферментов: ЩФ(щелочная фосфатаза), ГГТП(гамма-глутамил-транспептидаза), ЛАП(лейцин-амино-пептидаза), 5-нуклеотидаза. [18]

Холемиа формируется из-за попадания желчных кислот в кровеносную систему. Характеризуется брадикардией, тенденцией к гипотонии в результате действия на блуждающий нерв, синусовый узел сердца и кровеносные сосуды. Токсикогенное действие желчных кислот на центральную нервную систему проявляется астено-вегетативным синдромом: раздражительность, депрессии, нарушения сна, головная боль, снижение работоспособности. Моча характеризуется снижением поверхностного натяжения, вспениванию и изменению цвета — моча цвета «пива». Наличие большого количества кислот в крови вызывает гемолиз эритроцитов — возникает гемолитическая желтуха, что еще больше ухудшает клиническую симптоматику. [19]

Ахолия возникает в результате отсутствия поступления желчи в просвет кишечника. При этом наблюдается расстройство пищеварения. Благодаря отсутствию желчи не активируется липаза, поэтому жиры не эмульгируются, жирорастворимые комплексы не образуются. В результате большая часть жиров не переваривается и выходит с калом — стеаторея. Нарушение переваривания белков носит название креаторея. Помимо всего прочего нарушается всасывание жирорастворимых витаминов, что приводит к возникновению других заболеваний, связанных с авитаминозами. Снижается моторика кишечника, перистальтические волны становятся меньше, возникают запоры. Но запоры могут чередоваться с поносами в результате активации процессов гниения и брожения. Кал обесцвечен из-за отсутствия стеркобилина. [20]

Снижение общей массы тела также является одним из опорно-диагностических критериев при постановке

диагноза. Она обусловлена интоксикацией за счет прогрессирующей опухоли и нарушением пищеварения в кишечнике из-за закупорки желчно-панкреатических протоков. Данное клиническое проявление нередко возникает первым, что позволяет заподозрить проблемы в гепатобилиарной системе. [21]

Потеря массы тела является одним из наиболее важных симптомов. Она обусловлена интоксикацией за счет развивающейся опухоли и нарушением кишечного пищеварения в результате закупорки желчных и панкреатических протоков. Похудание наблюдается у большинства больных, иногда бывает первым симптомом заболевания, предшествуя появлению боли и желтухи. [21]

Особенности течения

Пороки развития — характерно для детского возраста, желтушность с рождения, при отсутствии хирургического лечения могут умереть от билиарного цирроза печени

Желчекаменная болезнь — в анамнезе калькулезный холецистит, холецистохолангит, приступы желчной колики. В дожелтушный период — боли в правом подреберье с иррадиацией различной локализации, диспептические расстройства, моча цвета «пива», ахоличный кал, кожный зуд. Часто бывают рецидивы. На УЗИ — биларная гипертензия, конкременты желчного пузыря и протоков. ЭРХПГ — наличие конкрементов в холедохе или устье большого дуоденального сосочка. [22]

Инфекционно-воспалительные заболевания — острое начало в результате нарушения диеты, сильнейшие боли в правой подреберной или эпигастральной областях, типична иррадиация в позвоночник и под правую лопатку. Клинические и лабораторно-инструментальные признаки заболевания. При паразитарных кистах преджелтушный период длительный в результате роста кисты. Боль тупая, ноющая, усиливающаяся при наклонах туловища. [23]

Опухолевые поражения — медленно прогрессирующее нарастание безболевого желтухи, манифестация интенсивным кожным зудом, раковая интоксикация, пальпируется увеличенный в размерах безболезненный желчный пузырь, хронические боли в верхних отделах живота. На инструментальных метода обследования — опухоли поджелудочной железы. При раке Фатерова сосочка — желудочно-кишечное кровотечение. [24]

Послеоперационные стриктуры — в анамнезе операция на панкреатобилиарной зоне. Инструментальные признаки стриктуры на УЗИ и ЭРХПГ.

Другие причины — при обильном приеме красящего вещества, например каротин или акрихин. Также следует помнить о функциональных гипербилирубинемиях, развивающихся благодаря врожденным энзимопатиям и нарушению обмена билирубина. Наиболее часто встречающимися.

Лечение

Выбирая метод лечения, стоит отметить, что консервативное лечение неэффективно, т.к. этиологический фактор механической желтухи состоит в обструкции желчевыводящих путей. Поэтому оперативное лечение будет наиболее эффективно, независимо от причины возникновения.

Все методы оперативного лечения механической желтухи можно условно подразделить на травматические, малоинвазивные и паллиативные.

К травматическим можно отнести открытую холецистэктомию от шейки и от дна, открытая литоэкстракция, удаление опухоли с наложением билио-билиарных анастомозов.

Для доступа к желчным органам используют либо косые разрезы вдоль правой реберной дуги (Кохера, Курвуазье), либо угловые (Федорова, Рио-Бранко). Данные доступы являются довольно травматичными, т.к. при послойно рассечении повреждаются прямые мышцы живота. Нарушение их целостности приводит возникновению посттравматического слабого места передней брюшной стенки с формированием вентральной грыжи. При визуализации места операционного приема дальнейший ход операции зависит от причины возникновения желтухи. Это холецистэктомию от шейки или от дна, литоэкстракция с наложением

швов в поперечном направлении, билиобилиарный анастомоз с использованием микрососудистых техник. [25]

Малоинвазивные техники набирают все большую популярность благодаря их атравматичности и хорошему косметическому эффекту. После наложения карбоксиперитонеума в параумбиликальную область устанавливают троакар и вводят лапороскоп. Под видео контролем вводят остальные троакары: субксифоидальная область, правое подреберье по срединно-ключичной линии, правое подреберье по передней подмышечной линии. Дальнейшая техника как при обычной холецистэктомии: выделение всех структур, клипирование, удаление пузыря и перитонизация ложа. Отличие SILS-порта и трансвагинального способа только в выборе точки доступа, виде и количества инструментов. [26]

Эндоскопическая ретроградная панкреатохолангиография с эндоскопической папиллосфинктеротомией является наиболее оптимальным методом лечения при рубцовых стриктурах фатерова сосочка, околососочковом расположении желчных камней и функциональном спазме мышц сосочка. На конце эндоскоп имеется металлическая проволока, которая методом электрокоагуляции рассекает большой дуоденальный сосочек на нужную ширину. [27]

Заключение

Механическая желтуха — это серьезнейшая патология, которая требует незамедлительного устранения причины обструкции. Практически во всех случаях показано оперативное лечение. Тактика должна определяться видом заболевания, состоянием пациента и наличием соответствующего оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стяжкина С.Н., Гадельшина А.А., Ворончихина Е.М. Аспекты динамики и лечения механической желтухи // Наука и образование сегодня. № 3 (14), 2017. С. 46.
2. Хаданов А.А., Привалов Ю.А., Неустроев В.Г., Журавлев С.В., Гумеров Р.Р., Егоров И.А. Механическая желтуха как мультидисциплинарная проблема. Клинический случай. Сибирское медицинское обозрение. 2020;(1):89–95.
3. Аксель Е.М. Статистика злокачественных новообразований желудочно-кишечного тракта. Сибирский онкологический журнал. 2017;16(3):5–11.
4. Патютко Ю.И., Котельников А.Г., Мороз Е.А., Кудашкин Н.Е., Ястребова Е.В. Лечение больных раком большого дуоденального сосочка. Анналы хирургии. 2016;(1–2): 74–81.
5. Хоронько Ю.В. Синдром «быстрого» билиарной декомпрессии при лечении механической желтухи / Ю.В. Хоронько, В.Л. Коробка, В.С. Грушилини и др. // Анналы хирургической гепатологии.-2019-Том 24 — № 4 — С. 24–29.
6. Карпов О.Э., Ветшев П.С., Бруслик С.В., Маады А.С., Левчук А.Л., Свиридова Т.И. Сочетанное применение миниинвазивных технологий в лечении механической желтухи. Анналы хирургической гепатологии. 2019;24(2):100–104.
7. Котовский А.Е. Ретроградное эндопротезирование желчных протоков при доброкачественных заболеваниях органов гепатопанкреатодуоденальной зоны / А.Е. Котовский, К.Г. Глебов, Т.Г. Дюжева и др. // Анналы хирургической гепатологии.-2019. — Том 24. — № 1 — С. 61–70.
8. Pavlidis E.T. Pathophysiological consequences of obstructive jaundice and perioperative management / E.T. Pavlidis, T.E. Pavlidis // Hepatobiliary Pancreat. Dis. Int. — 2018. — vol. — 17. — № 1-pp.17–21.

9. Федоров В.Э., Захарова Н.Б., Логвина О.А., Масляков В.В. Оценка степени тяжести больного при остром холецистите и механической желтухе в свете национальных клинических рекомендаций (обзор литературы). Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2019;(3):97–104.
10. Пахомова Р.А., Кочетова Л.В. Клинические проявления механической желтухи и печеночной недостаточности в зависимости от степени тяжести механической желтухи доброкачественного генеза. Современные проблемы науки и образования. Электронный научный журнал. 2017;(6).
11. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность) / М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. — 250 с.
12. Стяжкина С.Н. Механическая желтуха — основное осложнение гепатопанкреатобилиарной системы / С.Н. Стяжкина, А.А. Гадельшина, Е.М. Ворончихина // Вестник науки и образования. — 2017. — Т. 1. № 5 (29). — С. 103–105.
13. Р.К. Бейшенбаев, С.Ш. Сапаров, Б.А. Авазов. Приоритетные направления в диагностике больных с механической желтухой различного генеза // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. — 2017. — № 2. С. 94–96
14. Шалин В.В., Маркосян С.А., Теричев А.Е., Гечас А.А., Тетюшкин Н.С. Современные Методы Малоинвазивного Лечения Заболеваний Желчного Пузыря И Желчевыводящих Путей// Международный Журнал Прикладных И Фундаментальных Исследований № 1, 2021. С. 19–23
15. Пучков К.В., Пучков Д.К. Хирургия желчнокаменной болезни: лапароскопия, минилапароскопия, единый порт, трансанальный доступ, симультанные операции. М.: ИД «МЕДПРАКТИКА-М», 2017, 312 с.
16. Базина К.А., Колосунин И.А., Кузнецова В.А., Шалин В.В., Паркин П.Н. Патогенез Механической Желтухи Обзор Литературы// Colloquium-journal № 10 (62), 2020. С. 40–47
17. Строкова Т.В., Багаева М.Э., Матинян ИЛ. Дефицит лизо-сомальной кислой липазы // РМЖ. Педиатрия. — 2017, № 19. — С. 1346–1351.
18. Шабунин А.В. Тавобилов М.М. Выбор способа декомпрессии желчных протоков в лечении больных механической желтухой опухолевого генеза. Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. 2016. Т. 24, № 1. С. 68–74.
19. Мезенцев С.С., Кит О.И., Колесников Е.Н. и др. Миниинвазивные операции желчеотведения при механической желтухе опухолевого генеза. Современные проблемы науки и образования. 2017. № 3.\
20. Вахрушев Я.В. От симптома к диагнозу: Учебное пособие / Ижевск: Издательство «Шелест», 2016. 197 с.
21. Мохова О.Г., Канкасова М.Н., Поздеева О.С. Синдром желтухи в практике педиатра. Практическая медицина. 2018 Том 16, № 8, С. 43–49
22. Naureen Memon, Barry Weinberger, Thomas Hegyi and Lauren M Aleksunes Inherited Disorders of Bilirubin Clearance // *Pediatr Res.* — 2016. — 79(3). — P. 378–386.
23. Jagadisan V., Srivastava A. Child with Jaundice and Pruritus: How to Evaluate?// *Indian J Pediatr.* — 2016. — 83(11). — P. 1311–1320.
24. Eleonora Druve Tavares Priamry sclerosing cholangitis in children and adolescents // *Arq. Gastroenterol.* — 2017. — Vol. 54. — № .4.
25. Володин Н.Н., Дегтярев Д.Н., Дегтярева АЗ., Нароган М.В. Желтухи новорожденных. ГЭОТАР-Медиа. — 2018. — 192 с
26. Захарова И.Н., Горяинова А.К., Холодова И.Н., Майкова И.Д., Беленович Е.З., Тамбиева Е.З., Болбикова Е.З., Меленькина А.К., Худякова А.А. Дифференциальный диагноз желтух у детей раннего возраста // *Медицинский совет. Гастроэнтерология.* — 2016. — № 7. — С. 56–65.
27. Раманова Д.Ю., Адылова З.У. Малоинвазивные технологии в лечении механической желтухи. *European Research.* 2017. № 5(28). С. 85–86

© Шалин Владислав Витальевич (vladshalin190@gmail.com), Трошин Евгений Михайлович (jeka.troshin@mail.ru),
Вашуркина Ирина Михайловна (impolyakova@ya.ru), Смирнова Галина Васильевна (galina.cmirnova-g@yandex.ru),
Кожаринов Владислав Святославович, Шалина Светлана Владимировна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ДЕФОРМАЦИИ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ ПРИ РЕВМАТОИДНОМ АРТРИТЕ: МИНИ-ОБЗОР

FOREFOOT DEFORMITIES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: A MINI-REVIEW

Shahul Hameed Abdul Basith
L. Makinyan
Abo Zaalan Wessam
G. Airapetov
F. Aude
K. Shindiev

Summary. Forefoot deformities are common in patients with rheumatoid arthritis and are often debilitating. Chronic inflammation leads to the formation of pannus, weakening of the ligaments and destruction of the joints, which ultimately leads to multiple deformities of the joints and changes in the biomechanics of the foot. Claw-like and hammer-like deformities of the fingers, as well as hallux valgus of the 1st toe, are the most common and require surgical treatment if conservative treatment is ineffective. This review discusses the pathophysiology, biomechanical effects, and available treatment options for rheumatoid deformities of the forefoot. It is imperative that clinicians, especially those who specialize in the treatment of foot and ankle pathology, have a good understanding of these concepts to optimize patient outcomes.

Keywords: rheumatoid arthritis, forefoot, hallux valgus, claw-like deformity of the fingers, deformation.

Ревматоидный артрит-хроническое системное воспалительное заболевание, которым страдает примерно 0,8% населения [1]. В частности, чаще всего поражается передний отдел стопы, и, по оценкам, у 65% пациентов с ревматоидным артритом в течение

Шахул Хамид Абдул Баситх
К.м.н., Российский университет дружбы народов,
Москва
drabdulbasi@gmail.com

Макинян Левон Гагикович
К.м.н., доцент, Российский университет дружбы
народов; Заведующий отделением ортопедии № 2, ГКБ
13, Москва
dr.makinyan@gmail.com

Абу Заалан Вессам
К.м.н., Российский университет дружбы народов,
Москва
wsameeexx@gmail.com

Айрапетов Георгий Александрович
К.м.н., доцент, Ставропольский государственный
медицинский университет
airapetovga@yandex.ru

Ауде Фади Салимович
К.м.н., врач травматолог-ортопед, ГКБ № 31,
Москва
Dr.awde.fs@gmail.com

Шиндиев Курбан Ахмедович
К.м.н., Российский университет дружбы народов,
Москва
Kurban-Shindiev@mail.ru

Аннотация. Деформации переднего отдела стопы часто встречаются у пациентов с ревматоидным артритом и часто являются изнурительными. Хроническое воспаление приводит к образованию паннуса, ослаблению связок и разрушению суставов, что в конечном итоге приводит к множественным деформациям суставов и изменению биомеханики стопы. Когтеобразная и молоткообразная деформации пальцев, а также вальгусное отклонение 1-го пальца наиболее распространены и требуют оперативного лечения в случае неэффективности консервативного лечения. В этом обзоре обсуждается патофизиология, биомеханические воздействия и доступные варианты лечения ревматоидных деформаций переднего отдела стопы. Крайне важно, чтобы врачи, особенно те, кто специализируется на лечении патологии стопы и лодыжек, хорошо разбирались в этих концепциях для оптимизации результатов лечения пациентов.

Ключевые слова: ревматоидный артрит, передний отдел стопы, вальгусная деформация, когтеобразная деформация пальцев, деформация.

первых трех лет после начала заболевания наблюдается поражение плюснефалангового сустава (МТР) [2]. Классически у пациентов с ревматоидным артритом наблюдается вальгусная деформация, царапание пальцев ног, опускание медиальной дуги и расширение перед-

ней части стопы, совокупность симптомов, известных как *piéd douloureux des rhumatisants* [3]. Передний отдел стопы играет неотъемлемую роль в поддержании веса и походке, и поэтому понимание потенциальных последствий деформаций, вторичных по отношению к ревматоидному артриту, а также вариантов лечения крайне важно для оптимального управления. Доступны различные варианты лечения, включая консервативные и хирургические методы. Когда консервативное лечение не помогает, необходимо рассмотреть оперативное лечение, которое может включать резекцию головки плюсневой кости, артропластику с резекцией МТР, укорочение плюсневой кости или фаланги или артродез сустава PIP при деформации коггистого пальца стопы [1,2]. Первый артродез сустава МТР или протезная имплантация могут быть рассмотрены для лечения вальгусной деформации [2]. Этот обзор направлен на описание патофизиологии наиболее распространенных деформаций переднего отдела стопы у пациентов с ревматоидным артритом, а также доступных вариантов лечения.

Патофизиология

При ревматоидном артрите хроническое аутоиммунное воспаление приводит к разрушению и деформациям суставов [1,2]. Аутоиммунный ответ нацелен на синовиальную мембрану, что приводит к воспалению синовиальной оболочки и образованию паннуса. Со временем паннус разрушает нижележащие суставные хрящи и кости [1]. По мере прогрессирования заболевания также поражаются капсулы суставов, связки и связочные вставки, и целостность суставов нарушается. В частности, в стопе распространенные вторичные деформации включают подвывих тарана и смещение задней части стопы [1], вальгусную деформацию [1,2], варусную деформацию пятого сустава МТР [2,3] и вывих сустава МТР [2].

Коггистые пальцы стопы и вальгусная деформация являются двумя наиболее распространенными деформациями суставов переднего отдела стопы при ревматоидном артрите [4]. Слабость суставов приводит к повторяющемуся вывиху дорсального сустава МТР при ходьбе [1]. При хроническом дорсальном вывихе проксимальных фаланг возникает дисбаланс сил, оказываемых внутренними и внешними мышцами [1–3], наряду с контрактурами разгибания [3], и постепенно наступает постоянное сгибание в суставах МТР. Подошвенное сгибание дистальных фаланг происходит одновременно, также вторично по отношению к дисбалансу между силами внутренних и внешних мышц стопы [1,2]. Это приводит к царапанию, что уменьшает поддержку, которую плюсневые кости обеспечивают первому лучу. Отсутствие боковой поддержки приводит к постепен-

ному медиальному отклонению первой плюсневой кости и, как следствие, вальгусной деформации [1].

По мере изменения анатомической структуры стопа подвергается биомеханическим изменениям. При гиперэкстензии суставов МТР подошвенная пластина растягивается, а головки плюсневых костей выступают. При переносе веса в родной стопе подошвенная жировая подкладка играет важную роль в минимизации нагрузок, передаваемых головкам плюсневых костей, а также в снижении давления на нижнюю подкожную клетчатку и подошвенную кожу. Однако, когда жировая подушечка смещается, напряжение, передаваемое через головки плюсневых костей, увеличивается, что приводит к метатарзалгии и затруднениям при ходьбе. Кроме того, в отсутствие жировой подушки в качестве промежуточной подушки головки плюсневых костей оказывают повышенное давление на нижние подкожные ткани, что может привести к образованию мозолей и болезненных мешочков [1,2]. Перераспределение сил в опоре на вес также происходит при развитии вальгусной деформации. По мере увеличения межметатарзального угла между первым и вторым лучом нормальная несущая способность первого луча теряется, и вторая плюсневая кость подвергается повышенной нагрузке. Это может привести к синовиту и возможному перелому, подвывиху, деформации или вывиху второй плюсневой кости [2].

Неоперативное лечение может быть сначала начато для облегчения симптомов и предотвращения развития или прогрессирования деформаций стопы. Доступны различные фармакологические средства, в том числе модифицирующие заболевание противоревматические препараты (DMARDs) [1], которые замедляют клиническое прогрессирование ревматоидного артрита и связанного с ним повреждения суставов [1,4]. Внутрисуставные инъекции кортикостероидов также являются жизнеспособным неоперативным вариантом, и в некоторых исследованиях было показано, что они обеспечивают симптоматическое облегчение боли и улучшают походку. Однако необходимо также понимать риски инъекций, поскольку они могут усугубить нестабильность в переднем отделестопы. Физиотерапия, стельки, вставки для обуви и обувь с разгрузкой переднего отдела стопы — это потенциальные вмешательства, которые могут быть полезными. Однако существуют противоречивые доказательства того, являются ли они эффективными [1].

Когда неоперативное лечение оказывается безуспешным, следует рассмотреть возможность хирургического вмешательства. Целью оперативного лечения является облегчение боли и исправление деформации при восстановлении функции [2]. Другая цель состоит в том, чтобы восстановить нормальное распределение давления, переместив подошвенную пластину

и жировую подушку под плюсневыми костями. Золотым стандартом оперативного лечения деформаций с вовлечением малых плюсневых костей является резекция головок плюсневых костей [1,2]. Как правило, для предотвращения метатарзалгии резецируются все четыре головки меньшей плюсневой кости, а не только те, которые являются симптоматическими [2]. Хирургическое вмешательство часто показано для всех пяти плюсневых костей из-за высокой частоты вальгусной деформации, при которой, как было показано, эффективно выполняется реконструкция передней части стопы с первым сращением МТР, резекцией головки меньшей плюсневой кости и сращением сустава PIP [5].

Хотя резекция головки плюсневой кости является наиболее распространенным вариантом лечения и золотым стандартом для деформаций малых лучей [1,2], головки плюсневой кости являются важными структурами для поддержания веса. Таким образом, были разработаны методы сохранения головок во время репозиции мягких тканей, включая артропластику с резекцией МТР, освобождение сухожилий, укорочение фаланг и плюсневых костей и укорочение артродеза суставов PIP. Процедура резекции, которая включает иссечение проксимальной половины проксимальной фаланги, а также тенотомии разгибателей, сохраняет головки плюсневых костей, восстанавливая естественное положение подошвенной жировой подушечки. Серия случаев, проведенных Басом и соавт., продемонстрировала улучшение показателей боли и функциональности у 12 пациентов, которым впервые был проведен артродез ТМТ в сочетании с процедурой Стейна [4]. Хотя необходимы более масштабные проспективные исследования, эти результаты могут указывать на потенциально безопасный и эффективный подход к сохранению головок плюсневых костей.

Лечение вальгусной деформации может быть выполнено путем резекционной эндопротезирования, первого сращения МТП или имплантации протеза в первый сустав МТП. Было предложено, чтобы сращивание суставов МТР было выгодным в том смысле, что оно защищает меньшие суставы МТР от чрезмерного сгибания и уменьшает нагрузку на меньшие плюсневые кости. Однако это технически сложная процедура, при которой доля неучастия составляет до 30%. Также использовались силиконовые протезы, поскольку они со-

храняют подвижность суставов и продемонстрировали значительное снижение уровня боли. Тем не менее, общие показатели удовлетворенности были противоречивыми, и существует связанный с этим риск синовита твердых частиц [2]. Поскольку первый луч играет неотъемлемую роль в поддержании веса, важно выбрать соответствующую процедуру для оптимизации послеоперационной биомеханики стопы.

Осложнения, которые могут возникнуть при оперативном лечении ревматических деформаций переднего отдела стопы, всегда следует учитывать, чтобы можно было сравнить риски и преимущества хирургического вмешательства. Васкулит ослабляет мягкие ткани, а хроническое применение иммунодепрессантов предрасполагает этих пациентов к нарушению заживления ран и инфекции. Яно и др. [6] сообщили о замедленном заживлении ран у 20,8% из когорты из 192 пациентов с ревматоидным артритом и обнаружили значительные ассоциации со временем операции, количеством прооперированных пальцев и количеством хирургических ран. К сожалению, пациенты с ревматоидным артритом часто имеют деформации нескольких (если не всех) пальцев ног, что требует множественных разрезов и требует более длительного времени операции [6]. Васкулит также может привести к повреждению сосудов и последующей гангрене. Остеопения часто встречается у пациентов с ревматоидным артритом, что может способствовать нарушению обмена веществ. Кроме того, хотя хирургическое вмешательство может исправить деформации суставов, оно не может лечить основное заболевание, и поэтому деформации, скорее всего, повторятся [1].

Вывод

Деформации суставов переднего отдела стопы, вызванные ревматоидным артритом, являются изнурительными для пациентов и требуют тщательного внимания и ухода со стороны врача. Из-за высокой частоты этих деформаций в этой популяции хирурги стопы и голеностопного сустава должны быть осведомлены о вариантах лечения, рисках и преимуществах. Медицинское сообщество должно продолжать искать варианты лечения и процедуры для оптимизации результатов лечения пациентов с деформациями переднего отдела стопы, вторичными по отношению к ревматоидному артриту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дженг С., Кэмпбелл Дж. (2008) Обзор современных концепций: Ревматоидная деформация переднего отдела стопы. Голеностопный сустав стопы *Int J* 29(9): 959–968.
2. Луверенс JWK, Шриер JCM (2013) Ревматоидная деформация переднего отдела стопы: патофизиология, оценка и варианты оперативного лечения. *В ортопе* 37(9): 1719–1729.

3. Дэйв М.Х., Мейсон Л.В., Харихаран К. (2015) Деформация переднего отдела стопы при ревматоидном артрите: Сравнение групп населения в обуви и без обуви. Спецификация лодыжки стопы 8(5): 378–383.
4. Басс Э. Дж., Шариф Р., Сириконда С.П. (2014) Ревматоидная реконструкция переднего отдела стопы: результат сращения 1-го плюснефалангового сустава и процедуры Стейнсби в нижних пальцах ног. Фут 24(2): 56–61.
5. Уитт К. Дж., Ринкер С.А., Хайер К.Ф. (2016) Устойчивость реконструкции переднего отдела стопы при ревматоидном артрите стопы. J Операция на лодыжке стопы 55(3): 583–585.
6. Яно К, Икари К, Такацуки У, Танигути А, Яманака Х. и др. (2016) Более длительное время операции является риском замедленного заживления ран после операции на переднем отделе стопы у пациентов с ревматоидным артритом. Мод Ревматол 26(2): 211–215.

© Шахул Хамид Абдул Баситх (drabdulbasi@gmail.com), Макинян Левон Гагикович (dr.makinyan@gmail.com),
 Абу Заалан Вессам (wsameeexh@gmail.com), Айрапетов Георгий Александрович (airapetovga@yandex.ru),
 Ауде Фади Салимович (Dr.awde.fs@gmail.com), Шиндиев Курбан Ахмедович (Kurban-Shindiev@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский Университет Дружбы Народов

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Abo Z. — PhD, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow
wsameeexx@gmail.com

Aili Yiminniyazi — PhD student, Saint Petersburg State Pediatric Medical University Ministry of Health of the Russian Federation
ailiphd@mail.ru

Airapetov G. — PhD, Associate professor, Stavropol State Medical University
airapetovga@yandex.ru

Antonenko D. — Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin (Krasnodar)
dasha-slav@rambler.ru

Ashkar S. — Teacher, Maykop State Technological University (Maykop)
dr.samirashkar@mail.ru

Aude F. — PhD, Orthopedician in City Clinical Hospital № 31, Moscow
Dr.awde.fs@gmail.com

Avdeev A. — Phd, Associate professor, Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner
svenav@mail.ru

Bebikhov Yu. — Associate Professor, Polytechnic Institute (branch) of NEFU named after M.K. Ammosova, Mirny
bebikhov.yura@mail.ru

Belkin Yu. — K.m.n., Associate Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
belkin-nn@mail.ru

Belyaev V. — Tver state medical university, Tver
seva.belyaev.99@mail.ru

Bobyleva I. — Obstetrician-gynecologist LLC «MMK «SOVA», Saratov
bobyleva_i@mail.ru

Bondarenko S. — Bryansk State Engineering and Technological University
Bondrenkoseregabondarenko576@gmail.com

Borisov-Pototsky A.S. — "Scientific and Production Association" Special Equipment and Communications " of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow
borisov_pototskiy@spbu.su

Chervinets A. — Orthodontist, LLD "Bravo", Tver region
lina555_90@mail.ru

Chervinets V. — M.D., professor, Tver state medical university, Tver
chervinets@mail.ru

Chervinets Yu. — M.D., professor, Tver state medical university, Tver
julia_chervinec@mail.ru

Chukhlyaev D. — National Research University of Electronic Technology - MIET
chukhlyaev.dmitry@mail.ru

Cozac E. — Senior UI Developer, C/O Memery Crystal Llp, London, United Kingdom
eugeniu.cozac@gmail.com

Demidov L. — Candidate of technical Sciences, associate Professor, Financial University under the government of the Russian Federation
ldemidov@fa.ru

Derbentseva T. — Candidate of Medical Sciences, docent, Volgograd State Medical University (Volgograd)
TVDerbentseva@volgmed.ru

Devyatova T. — Dr. b. n., Professor, Voronezh State University
devyatova@bio.vsu.ru

Divulina D. — Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
divulinads@mail.ru

Doronina A. — National Research University of Electronic Technology – MIET
doronina.anna.a@mail.ru

Dorovskaya I. — Kerch State Marine Technological University

Dorovskoy V. — Kerch State Marine Technological University

Dzhabiev A. — Graduate student, RUDN University
Dzhabievayaz.3@mail.ru

Eremenko I. — First Moscow State Medical University them. I.M. Sechenov (Sechenov University), Moscow
dvavani@mail.ru

Ermakov N. — Graduate student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
kolyaermakov@yandex.ru

Fishchev S. — MD, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
super.kant@yandex.ru

Fomin R. — National Research University of Electronic Technology – MIET
roman.a.fomin@mail.ru

Gagarina L. — D.Sc. in engineering, professor, National Research University of Electronic Technology – MIET
gagar@bk.ru

Gaipov K. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Gorbunova Y. — Can. b. n., Associate Professor, Voronezh State University
gorbunova.vsu@mail.ru

Gorlushkina N. — PhD in Engineering, associate professor, ITMO University (Saint-Petersburg)
nagor.spb@mail.ru

Ibragimov E. — Graduate student, RUDN University
Refaro@mail.ru

Imanaliev M. — Dr.Sci.(Med), professor, Dagestan state medical University
imanaliev@mail.ru

Jafarova S. — Maykop State Technological University (Maykop)

Kakaulina L. — Ph.D., Associate Professor, Bashkir state medical university, Ufa
kakaulina_In@mail.ru

Kardanova K. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
kardanovakarina@mail.ru

Kardanova L. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
kard-77@yandex.ru

Karsanov A. — Candidate of Medical Sciences, docent, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)
karsan@inbox.ru

Kerefova Z. — Post-graduate student, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
zarinakeref@mail.ru

Khant Ko Zan — Graduate student, FSBEI HE "Moscow State Technological University "STANKIN"
khantkozan52@gmail.com

Khoroshinina L. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Saint Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
solt54@mail.ru

Kobets E. — Leading engineer, postgraduate student, ITMO University (Saint-Petersburg)
www.kobets@yandex.com

Kondrateva N. — PhD, Lecturer, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov
Nataliya.Kondrateva@szgmu.ru

Konishkina T. — K.m.n., Associate Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
ssmetana@mail.ru

Koriagina N. — MD, professor, Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner; chief physician of the ministry of health of the Perm Territory
nina11-85@mail.ru

Koriagin V. — Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner
vladimirkoryagin12@gmail.com

Korovin A. — Doctor of Medical Sciences, professor, Kuban State Medical University (Krasnodar)
kuman52@mail.ru

Kozharinov V. — Traumatologist-orthopedist, Penza Regional Clinical Hospital named after N.N. Burdenko

Kulakova A. — PHD, Assistant, RUDN University
Sable7@bk.ru

Kultchiev A. — Doctor of Medical Sciences, professor, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)
kulchiev.ahsarbek@yandex.ru

Leont'eva Aurelia Valerievna—Assistant, Tver state medical university, Tver
aurica171900@mail.ru

Lepilin A. — MD, Professor, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation
lepilins@mail.ru

Lovpache Z. — PhD in Medicine, Associate Professor, Kabardino-Balkarian state University named after H.M. Berbekov, Nalchik
tanka70@yandex.ru

Magomedov Kh. — Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala

Magomedov Momed — Graduate student, Dagestan state medical University
Araenovich222@mail.com

Magomedov Mukhuma — Dr.Sci.(Med)., professor, Dagestan state medical University
muxuma@mail.ru

Makinyan L. — PhD, Associate professor, Peoples' Friendship University of Russia; Head of Orthopedic № 2 of City Clinical hospital № 13, Moscow
dr.makinyan@gmail.com

Maksimov A. — "Scientific and Production Association "Special Equipment and Communications" of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow

Malko S. — Kerch State Marine Technological University
sergmalko@mail.ru

Marchenko D. — Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner

Maskin S. — Doctor of Medical Sciences, professor, Volgograd State Medical University (Volgograd)
maskins@bk.ru

Matrosova N. — Post-graduate student, ITMO University
ndmatrosova@itmo.ru

Mazneva M. — Voronezh State University
marina.novokhatskikh@mail.ru

Maznev V. — Postgraduate student, Voronezh State University
d.wade5@mail.ru

Mekhaeel Shehata Fakhry Mekhaeel — Graduate student, RUDN University
Mekhaeel60@yahoo.com

Melnik O. — Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin (Krasnodar)
melnik_olga240781@mail.ru

Mitrofanov S. — PhD student, Moscow Aviation Institute (National Research University)
seymitrofanov@mail.ru

Molodyakov S. — Doctor of technical Sciences, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
samolodyakov@mail.ru

Mukaev A. — Postgraduate student, Kabardino-Balkarian state University named after H.M. Berbekov, Nalchik
aslanbek.mukaev@mail.ru

Nasyrov N. — Assistant, postgraduate student, ITMO University (Saint-Petersburg)
pasdel@mail.ru

Neufeld I. — Ph.D., Associate Professor Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky
iwn1812@yandex.ru

Nikiforenko Yu. — Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin (Krasnodar)
petuh_yulya@mail.ru

Orlova I. — PhD, associate Professor, Saint Petersburg state pediatric medical University of the Ministry of health of the Russian Federation
orisha@mail.ru

Podkamenny Yu. — Associate Professor, Polytechnic Institute (branch) of NEFU named after M.K. Ammosova, Mirny
mirniy.yuriy@mail.ru

Polenok M. — Bryansk State Engineering and Technological University
polenok.maksim.2001@mail.ru

Prokhorov A. — Software developer in Family Doctor, Moscow
mobilelookfree@gmail.com

Prokhorov K. — Applicant, Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner
kirpro059@gmail.com

Protasov A. — MD, Professor, RUDN University
andrei.protasov@bk.ru

Pugach A. — Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Puzdyreva M. — PhD, assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
seven-spb@yandex.ru

Remizov O. — Doctor of Medical Sciences, Rector, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)
oleg_remizov@mail.ru

Rodionov A. — Associate professor, Tver state medical university, Tver
andrew.rodionov@tvergma.ru

Rogozhina I. — DSc., Professor, Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky
kafed-ra@yandex.ru

Rozhkova M. — Assistant Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
rozmaria2010@yandex.ru

Rudenko V. — PhD student, Bashkir state medical university, Ufa
ler.varlamova@yandex.ru

Ruina O. — K.m.n., Associate Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
olga-ru1@inbox.ru

Rumyantsev V. — M.D., professor, Tver state medical university, Tver
rumyancev_v@tvergma.ru

Rybnikov S. — D.Sc. in Engineering, Moscow Aviation Institute (National Research University)
Rybnikov@mail.ru

Salpagarova F. — Post-graduate student, Stavropol State Medical University
fsalpagarova@list.ru

Schemelinin D. — Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg
dshchmel@gmail.ru

Semeleva E. — Phd, Associate Professor, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov
Ekaterina.Semeleva@szgmu.ru

Semenov A. — Polytechnic Institute (branch) of NEFU named after M.K. Ammosova, Mirny
sash-alex@yandex.ru

Semenova A. — Kerch State Marine Technological University

Sevastyanov A. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
ardy.dkr@mail.ru

Shahul Hameed Abdul Basith — PhD, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow
drabdulbasi@gmail.com

Shalina S. — Rheumatologist, Penza Regional Clinical Hospital named after N.N. Burdenko

Shalin V. — FGBOU VO "National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev"
vladshalin190@gmail.com

Shaova D. — Maykop State Technological University (Maykop)

Shevnina Yu. — Candidate of Technical Sciences, Docent, National Research University MIET, Moscow, Zelenograd
yusm@rambler.ru

Shindiev K. — PhD, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow
Kurban-Shindiev@mail.ru

Shishichkina A. — Main Directorate for Migration of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow

Shkhagapsoeva K. — Assistant, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
Karina.denta@mail.ru

Shtorina A. — PhD, assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
nastiya78@mail.ru

Skosyreva M. — Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs, Vladimir
skosyreva.maria@mail.ru

Smirnova G. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FGBOU VO "National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev"
galina.cmirnova-g@yandex.ru

Sosenushkin S. — Ph.D., Associate Professor, FSBEI HE "Moscow State Technological University "STANKIN"

Spasnikov G. — Cardiologist, Applicant, Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner
spy5502@mail.ru

Spiridonov V. — Polytechnic Institute (branch) of NEFU named after M.K. Ammosova, Mirny
kafeiagp@rambler.ru

Stepanova D. — Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk
052299@bk.ru

Stulov N. — Tver state medical university, Tver
nikita888033@mail.ru

Tartynskikh P. — Engineer, ITMO University, (Saint-Petersburg)
tartynskikh.ps@yandex.ru

Teuvazhukova D. — Clinical resident, North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz
di.teu.00@mail.ru

Tkhazaplizheva M. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
mar_tul25@mail.ru

Tlupova T. — Candidate of Medical sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik
ttlupova@gmail.com

Trofimets E. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia
ezemifort@inbox.ru

Troshin A. — Director, LLD "Bravo", Tver region
bravostom@mail.ru

Troshin E. — FGBOU VO "National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev"
jeka.troshin@mail.ru

Vashurkina I. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FGBOU VO "National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev"
impolyakova@ya.ru

Vasiliev O. — Ph.D. sciences, Associate Professor, Russian State University of Physical Education and Sports
vasilev.os@yandex.ru

Vasilyeva N. — Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
vas.nell@yandex.ru

Voitenko Yu. — Ph.D. sciences, Associate Professor, Russian State University of Physical Education and Sports
yuravoitenko2014@yandex.ru

Voronova N. — Researcher, National Research University of Electronic Technology – MIET
nmvoronova@mail.ru

Yurkova O. — Bryansk State Engineering and Technological University
yurkova_olga@mail.ru

Zakhokhov R. — Candidate of Medical Sciences, Kabardino-Balkarian state University named after H.M. Berbekov, Nalchik
Zakh_rus@mail.ru

Zemskova S. — K.m.n., Associate Professor, FSBEI HE «National Research Mordovia State University named after N.P. Ogareva», Saransk
sezemskova@mail.ru

Zhevnerov V. — Ph.D. sciences, associate professor, Peoples' Friendship University of Russia
jewn@mail.ru

Zhirnyakov A. — Associate Professor Derzhavin Tambov State University
anton.zhirnyakov@mail.ru

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).

