

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№8 2022 (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>

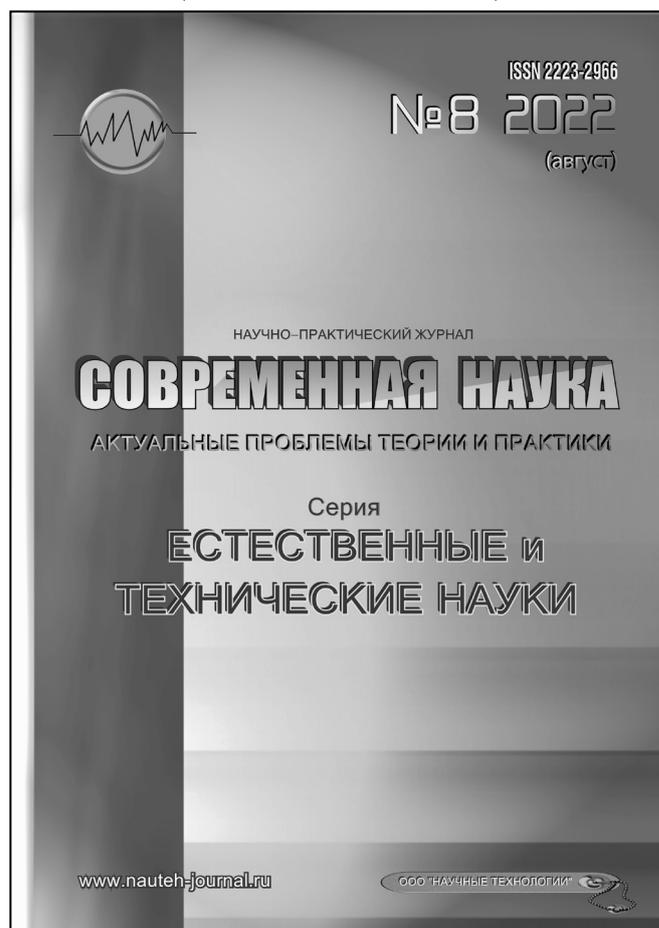
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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 25.08.2022 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Важов С.В., Важов В.М., Черемисин А.А., Гребенников О.Р., Штехман А.И. — Некоторые сведения к изучению перепелятника *accipiter nisus* (L., 1758) на Алтае
Vazhov S., Vazhov V., Cheremisin A., Grebennikov O., Shtekhman A. — Some information to the study sparrowhawk *accipiter nisus* (L., 1758) in Altai. 7

Вершинина И.В., Моренкова В.С. — Экологическая оценка состояния озелененных территорий общего пользования центральной части г. Бор Нижегородской области
Vershinina I., Morenkova V. — Environmental assessment of the state of green areas of common use in the central part of the city of Bor, Nizhny Novgorod region 12

Джамбетова П.М., Бисултанова З.И., Дреева Ф.Р., Реутова Н.В., Ацаева М.М. — Сравнительный анализ полиморфизма микросателлитных локусов природных популяций *taraxacum officinale* Северного Кавказа
Dzhambetova P., Bisultanova Z., Dreeva F., Reutova N., Atsaeva M. — Comparative analysis of polymorphism of microsatellite locus in natural populations of *taraxacum officinale* in the Northern Caucasus 19

Доронина Г.С. — Снеговая нагрузка как абиотический фактор, влияющий на состояние интродуцированного вида ели на территории Елизовского лесничества Камчатского края
Doronina G. — Snow load as an abiotic factor affecting condition introduced spruce on the territory of Yelizovsky forestry Kamchatsky region 28

Еременко К.В., Зубкова В.М., Гапоненко А.В. — Видовое разнообразие вредителей древесных насаждений на оживленных магистралях города Москвы
Eremenko K., Zubkova V., Gaponenko A. — Species diversity of tree plant pests on busy highways of the city of Moscow 31

Информатика, вычислительная техника и управление

Алекперли Ф.А., Аскерова С.Ф. — Оптимизация работы ректификационной колонны производства жидкого кислорода, аргона и азота при различных режимах функционирования
Alekperli F., Asgarova S. — Optimization of the operation of the distillation column production of liquid oxygen, argon and nitrogen under different modes of functioning 36

Аль Насрави Фарис Хазим Абдулсада, Томашевский Ю.Б. — Проектирование носимого оборудования для Интернета медицинских вещей (IoMT)
Al-Nasrawi Faris Hazim Abdul Sada, Tomashevsky Yu. — Design of wearable equipment for the Internet of Medical Things (IoMT) 42

Антипенко В.С., Бабич Н.С., Галкин К.В., Николаева Н.С. — Систематизация математических моделей на рынке складских услуг на транспорте
Antipenko V., Babich N., Galkin K., Nikolaeva N. — Systematization of mathematical models in the market of warehouse services in transport 58

Ваулин А.С., Головина А.Н. — Экономические риски цифровой интеграции для крупных промышленных предприятий: дефиниция и эволюция подходов
Vaulin A., Golovina A. — Economic risks of digital integration for large industrial enterprises: definition and evolution of approaches 64

Георгиева М.А., Георгиева И.А., Арванова С.М., Чочиева А.М., Лосанов Х.Х., Тлепшева Д.А. — Обучающая система на основе чат-бота
Georgieva M., Georgieva I., Arvanova S., Chochieva A., Losanov K., Tlepshcheva D. — Chatbot based learning system 68

Думбрайс К.О., Двойнова А.Д. — Интеллектуальный анализ данных в задачах исследования и моделирования бизнес-процессов <i>Dumbrays K., Dvoynova A.</i> — Data mining in business process research and modeling tasks.74	Терешенко А.А. — Геоинформационная система пользования маршрутизированным общественным транспортом Архангельской области: основные этапы разработки и проверка эффективности <i>Tereshenko A.</i> — Geoinformation system for the use of routed public transport in the Arkhangelsk region: main stages of development and verification of efficiency125
Зияутдинов В.С., Золотарева Т.А., Смирнов М.Ю. — Усиление механизмов проверки гипотезы независимости данных <i>Ziyautdinov V., Zolotareva T., Smirnov M.</i> — Strengthening mechanisms for testing the data independence hypothesis81	Филиппов В.В., Зияутдинов В.С., Смирнов М.Ю., Богоносков К.А. — Особенности стационарных электрических полей в ограниченных анизотропных полупроводниках <i>Filipov V., Ziyautdinov V., Smirnov M., Bogonosov K.</i> — Peculiarities of stationary electric fields in bounded anisotropic semiconductors. 131
Кузнецов С.С. — Современные решения по модернизации аппаратно-студийных комплексов <i>Kuznetsov S.</i> — Modern solutions for the modernization of hardware and studio complexes88	
Ламинина О.Г., Ламинин Р.А. — Философия информационной гигиены: несколько простых способов защитить организацию от утечки данных <i>Laminina O., Laminin R.</i> — The philosophy of information hygiene: a few simple ways to protect an organization from data leakage92	
Надеина Е.А., Головина А.Н. — Организационный механизм развития функциональной состоятельности систем менеджмента промышленных предприятий <i>Nadezhina E., Golovina A.</i> — Organizational mechanism for the development of functional viability of management systems of industrial enterprises.98	
Новиков П.В. — Улучшение характеристик генераторов псевдослучайных чисел на коротких выборках <i>Novikov P.</i> — Improving the characteristics of pseudorandom number generators on short samples102	
Саркисова И.О., Лаверычев М.А. — Анализ влияния расположения NFC меток на приоритет чтения <i>Sarkisova I., Laverychev M.</i> — Analysis of the influence of the location of NFC tags on the occurrence of collisions119	
	Клиническая медицина
	Бейбалаева Т.З. — Клинико-социальная характеристика пациентов трудоспособного возраста с органическими психическими расстройствами, имеющих статус инвалидов и находящихся на стационарном лечении <i>Beibalaeva T.</i> — Clinical and social characteristics of patients of working age with organic mental disorders, who have the status of disabled people and are on inpatient treatment.138
	Газиева П.А., Каллаева А.Н., Османова А.В., Гаджиева Т.А., Гусейнова Р.К., Атаева З.Н., Османова Х.И. — Сегментарная электрическая активность левого желудочка (ЛЖ) у больных, перенесших нестабильную стенокардию покоя <i>Gazieva P., Kallaeva A., Osmanova A., Gadzhieva T., Guseynova R., Ataeva Z., Osmanova H.</i> — Segmental electrical activity of the left ventricle (LV) in patients with unstable rest angina142
	Ганиев М.Х., Атаев А.Р., Каллаев Н.О., Османов Р.Т., Мирзоев Н.Э., Огурлиев А.П., Магарамов А.М. — К вопросу лечения вывихов акромиального конца ключицы. <i>Ganiev M., Ataev A., Kallaev N., Osmanov R., Mirzoev N., Ogurliev A., Magaramov A.</i> — On the issue of treatment of dislocations of the acromial end of the clavicle.151

- Гербали О.Ю.** — Особенности содержания некоторых микроэлементов в стенке патологически измененной вены у пациентов с варикозной болезнью вен нижних конечностей клинических классов С4 – С6
Gerbali O. — Features of the content of some microelements in the wall of a pathologically changed vein in patients with varicose veins of the lower limb of clinical class C4 – C6.158
- Даштоян Г.Э., Старцева О.И.** — Исследование влияния мезенхимальных стволовых клеток на приживаемость жировых аутографтов: актуальность, эффективность, онконастороженность
Dashtoyan G., Startseva O. — Study of fat autografts survival affected by mesenchymal stem cells: relevance, efficiency, oncological alertness.164
- Евневич К.А.** — Динамика показателей микроциркуляции в тканях десны на этапах ортодонтического лечения протрузии зубов на фоне генерализованного пародонтита средней степени тяжести
Evnevich K. — Dynamics of microcirculation indices in gum tissues at the stages of teeth protrusion orthodontic treatment against the background of moderate severity generalized periodontitis.174
- Калиматова Д.М., Доброхотова Ю.Э.** — Влияние инфекции, вызванной вирусом sars-cov-2, на состояние женской репродуктивной системы у пациенток, которым проводится экстракорпоральное оплодотворение
Kalimatova D., Dobrokhotova Yu. — The effect of infection caused by sars-cov-2 viruses on the state of the female reproductive system in patients who are in vitro fertilization179
- Каллаев Н.О., Атаев А.Р., Ганиев М.Х., Мирзоев Н.Э., Магарамов А.М.** — Стабильно-функциональный остеосинтез переломов проксимального отдела костей предплечья
Kallev N., Ataev A., Ganiev M., Mirzoev N., Magaramov A. — Stable-functional osteosyntech of fractures of the proximal bones of the forearm185
- Костюшок Н.Я., Иванова Л.А.** — Роль полиморфизмов генов системы биотрансформации ксенобиотиков и антиоксидантной защиты в развитии диабетической нефропатии у пациентов с сахарным диабетом 2 типа
Kostyushok N., Ivanova L. — The role of gene polymorphisms of the xenobiotic biotransformation system and antioxidant protection in the development of diabetic nephropathy in patients with type 2 diabetes mellitus191
- Кубатиева Э.М., Гергова Д.А., Маргушева А.А., Чочаев А.М.** — Постковидный синдром для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями: патогенез и основные направления реабилитации
Kubatueva E., Gergova D., Margusheva A., Chochaev A. — Postvoid syndrome for patients with cardiovascular disease: pathogenesis and main directions of rehabilitation197
- Лазарева П.И., Трапезникова Е.С., Ступин В.А., Силина Е.В.** — Резидентные т-клетки памяти: роль в патогенезе псориаза и новые возможности в терапии
Lazareva P., Trapeznikova E., Stupin V., Silina E. — Tissue-resident memory t cells in the pathogenesis and treatment of psoriasis201
- Москалец О.В.** — Некоторые особенности иммунного ответа при герпетическом кератитоуевите
Moskalets O. — Some features of the immune response in herpetic keratitouveitis. ...206
- Перисаева Э.А., Кульчиев А.А.** — Анализ отдаленных результатов хирургического лечения стеноза пилорического канала язвенной этиологии
Perisaeva E., Kultchiev A. — Analysis of long-term results of surgical treatment of pyloric canal stenosis of ulcerative etiology.209

Плечев В.В., Плечева Д.В., Юсупов Р.Х., Первушин Ю.С., Алимбеков Р.И., Гилимханов А.Р., Ягудин Т.А. — Анализ испытания прочности протезов сосудов по патенту на полезную модель № 183859	
<i>Plechev V., Plecheva D., Yusupov R., Pervushin Yu., Alimbekov R., Gilimkhanov A., Yagudin T.</i> — Analysis of strength testing of vascular prostheses under utility model patent № 183859	215
Поляков И.А., Труханова И.Г., Зинатуллина Д.С., Алькова Д.П. — Оценка эффективности антиаритмической терапии при фибрилляции предсердий с высокой частотой сокращений желудочков на догоспитальном этапе	
<i>Polyakov I., Trukhanova I., Zinatullina D., Alkova D.</i> Antiarrhythmic therapy effectiveness evaluation in patient with atrial fibrillation and high ventricular rate before hospitalization	219
Поникаровских А.С. — Оперативное лечение больных с доброкачественными очаговыми образованиями печени	
<i>Ponikarovskikh A.</i> — Surgical treatment of patients with benign focal liver formations	224
Севбитов А.В., Теплова А.В., Дорофеев А.Е., Тимошин А.В., Кузнецов И.И. — Результаты исследования состояния жевательных мышц у спортсменов-чирлидеров	
<i>Sevbitov A., Teplova A., Dorofeev A., Timoshin A., Kuznetsov I.</i> — Results of the research of the state of chewing muscles in cheerleaders	228
Соколович Н.А., Петрова Н.П., Хади С-Н.А., Хади С.Х. — Применение аппарата для ортодонтической коррекции зубных рядов в сагиттальной плоскости	
<i>Sokolovich N., Petrova N., Hadi S-N., Hadi C.</i> — Use of appliance for orthodontic corrections of dental arches in sagittal plane	231
Чахчахов Я.А., Гиберт Б.К., Кручинин Е.В., Аутлев К.М., Петухова Г.А., Шеломенцев В.А. — Современные подходы к выбору тактики оперативного лечения ятрогенного повреждения гепатикохоледоха в абдоминальной хирургии (обзор литературы)	
<i>Chakhchakhov Ya., Gibert B., Kruchinin Ev., Autlev K., Petukhova G., Shelomentsev V.</i> — Current approaches to surgical management of iatrogenic hepatococholedochal injury in abdominal surgery (literature review)	235
Черникова Н.А., Рыжова М.В., Сатанин Л.А., Снигирева Г.П., Шелеско Е.В., Сахаров А.В. — Особенности гистологического строения врожденных и приобретенных черепно-мозговых грыж основания черепа	
<i>Chernikova N., Ryzhova M., Satanin L., Snigireva G., Shelesko E., Sakharov A.</i> — Features of the histological structure of congenital and acquired cranial hernias of the skull base	241
Ящук А.Г., Зайнуллина Р.М., Лялина Г.З. — Диагностика маркеров при ВПЧ-ассоциированных заболеваниях шейки матки	
<i>Yashchuk A., Zainullina R., Lyalina G.</i> — Diagnosis of markers in HPV-associated diseases of the cervix ...	249
Информация	
Наши авторы. Our Authors	254
Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале	260

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ПЕРЕПЕЛЯТНИКА ACCIPITER NISUS (L., 1758) НА АЛТАЕ

SOME INFORMATION TO THE STUDY SPARROWHAWK ACCIPITER NISUS (L., 1758) IN ALTAI

S. Vazhov
V. Vazhov
A. Cheremisin
O. Grebennikov
A. Shtekhman

Summary. The purpose of this work is to summarize information (both author's and literary) about the sparrowhawk in the Altai Territory and the Altai Republic. With a different nature of stay, the hawk lives throughout the Altai. Tree-nesting species, in its distribution is associated with forest lands, river valleys and wet logs. The limiting factors of the hawk population are senseless shooting by poachers during the hunting period and capture by birders. Sparrowhawk dies on power lines, suffers from pesticides used in agriculture. A preventive measure for the protection of the species is propaganda among the local population about the benefits of the sparrowhawk in nature as a regulator of populations of passerines and other birds. The information obtained can be used to replenish the database and improve regional measures for the protection of biodiversity.

Keywords: sparrowhawk, Altai, distribution, abundance, breeding biology, database, limiting factors.

Важов Сергей Викторович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный гуманитарно–педагогический
университет им. В.М. Шукшина», г. Бийск
vazhov49@mail.ru

Важов Виктор Маркович

Д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный гуманитарно–педагогический
университет им. В.М. Шукшина», г. Бийск

Черемисин Алексей Александрович

К.г.н., доцент, ФГБОУ ВО «Заполярный
государственный университет им.

Н.М. Федоровского», г. Норильск

Гребенников Олег Романович

К.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный гуманитарно–педагогический
университет им. В.М. Шукшина», г. Бийск

Штехман Алина Игоревна

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
гуманитарно–педагогический университет им.
В.М. Шукшина», г. Бийск

Аннотация. Цель данной работы — обобщение сведений (как авторских, так и литературных) о перепелятнике в Алтайском крае и Республике Алтай. С разным характером пребывания ястреб обитает по всему Алтаю. Древесно-гнездящийся вид, в своём распространении связан с лесными угодьями, речными долинами и влажными логам. Лимитирующими факторами популяции ястреба является бессмысленный отстрел браконьерами в период охоты и отлов птицеловами. Перепелятник гибнет на ЛЭП, страдает от ядохимикатов, применяемых в сельском хозяйстве. Профилактической мерой охраны вида является пропаганда среди местного населения о пользе перепелятника в природе как регулятора популяций воробьиных и других птиц. Полученные сведения могут быть использованы для пополнения базы данных и в совершенствовании региональных мероприятий по охране биоразнообразия.

Ключевые слова: перепелятник, Алтай, размещение, численность, гнездовая биология, база данных, лимитирующие факторы.

Введение

Под Алтаем мы подразумеваем территорию Алтайского края и Республики Алтай, соответственно, равную 168 и 92,6 тыс. км². Республика до 1991 г. в нынешних границах имела статус Горно-Алтайской автономной области в составе Алтайского края РСФСР [1]. С разным характером нахождения на Алтае обитает 47 видов хищных птиц [2]. Среди них перепелятник,

как птица-дендрофил, жизнедеятельность которого тесно связана с лесными угодьями, речными долинами и влажными логам, выполняет в природе важную регулирующую роль.

Благополучие хищных птиц свидетельствует о нормальном функционировании экологических систем [3, 4]. Однако в рационе перепелятника возможны переносчики опасных заболеваний человека и животных,

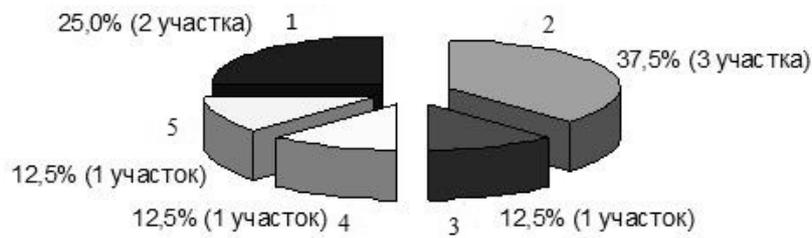


Рис. 1. Гнездовые биотопы перепелятника в предгорьях.

- 1 — Уремные леса и перелески в долинах малых рек;
- 2 — Приречный бор по Бие;
- 3 — Мелколиственная лесополоса у полигона бытовых отходов;
- 4 — Топольная лесополоса на берегу озера;
- 5 — Сосновые лесопосадки на водоразделе.

особенно большие синантропные птицы, на которых этот малый ястреб охотится в поселениях после окончания гнездового периода. Поэтому необходимо пополнять базы данных по разным видам хищных птиц — возможных разносчиков инфекций [5].

Известно, что антропогенное преобразование ландшафтов влечёт за собой трансформацию природной среды и изменение орнитофауны [6]. Трансформация территории, кормовая база и географические особенности в значительной степени определяют распространение и численность ястребиных птиц на Алтае [1]. В связи с этим, необходимы специальные исследования, направленные на выяснение вопросов их адаптации к изменению естественных мест обитания. Однако имеющиеся литературные данные, посвященные перепелятнику, носят разрозненный характер, фрагментарны и ограничены, прежде всего по причине его скрытности и сложности выявления. Следовательно, изучение этого пернатого хищника в региональном аспекте является актуальным.

Цель работы

Пополнение базы данных к изучению перепелятника на Алтае на основе собственных полевых работ и обобщения имеющихся материалов.

В задачи исследований входило:

1. Охарактеризовать территориальное размещение и численность.
2. Уточнить гнездовую биологию.
3. Обобщить лимитирующие факторы.

Научная новизна и практическая значимость работы состоит в пополнении банка данных о перепелятнике, что может быть использовано в совершенствовании

региональных мероприятий по охране биоразнообразия на Алтае.

Материалы и методы исследования

Полевые работы по изучению перепелятника проводятся нами с 2005 года одновременно с изучением других видов хищных птиц. Работа основана на следующих методах: абстрагирование; анализ и синтез научной информации. При этом использовались правила абстрактной логики, а также различные общенаучные и конкретно-научные принципы, в частности идеографический и номотетический. Проанализированы полевые материалы, собранные в ходе экспедиционных работ и доступные литературно-информационные источники. Обобщены полученные результаты на основе общепринятых методов [7].

Результаты и их обсуждение

Территориальное размещение и численность. На Алтае перепелятник обычный вид и распространён в условиях равнинного, предгорного и горного рельефа. В Алтайском крае на территории предгорий в 2011 году нами выявлено 8 гнездовых участков, 4 из них найдены вблизи г. Бийска, 3 из которых располагались в бору. По одному участку установлено в окрестностях с. Урожайное на берегу оз. Лебединое и в долине р. Куяча близ с. Куяган. Распределение участков по биотопам показано на рисунке 1 [8].

Одиночные перепелятники наблюдались нами в осенне-зимний период 23 октября 2005 г., 9 февраля, 14 и 20 октября 2006 г. в приречном бору по Бие; 1 и 22 ноября 2006 г., 10 и 29 января, 15, 19 и 24 марта 2007 г. — в г. Бийске. Пять ястребов встречены 7 октября 2007 г. у южной опушки бийского бора. Охотивший-

ся на свиристелей перепелятник отмечен 15 ноября 2007 г. Один ястреб встречен 14 декабря 2008 г. в приречном бору по Бие. Перепелятников на охоте систематически наблюдали на горе Бабырган, где они вероятно гнездились [8, 9, 10].

Ястребы-перепелятники неоднократно учитывались нами в гнездовое время в 2017 и 2018 годах в долине р. Чумыш на Салаирском кряже [11], а также в июле 2021 г. в долине р. Большая Речка (Верхнеобской лесной массив, Большереченский заказник).

В зимнее время перепелятник зарегистрирован у г. Барнаула — его видели 22 декабря 2013 г., а 5 января 2014 г. встречен самец, поедающий воробья; также зарегистрирован ястреб 2 февраля, 7 мая отмечена беспокоящая самка у гнезда на Моховой поляне [12].

В Республике Алтай перепелятник в разные годы отмечен А.П. Кучиным [2] в долине р. Узнези, встречен в г. Горно-Алтайске, наблюдался на перевале Сухой Карасук, здесь обнаружено гнездо с двумя птенцами.

В мае 2016 г. встречи перепелятника были регулярными в низкогорных лесах нижнего течения р. Семы, а в 2017 году зарегистрирована встреча птицы в апреле [13].

По данным Е.Н. Бочкаревой, С.Г. Ливанова [14] обилие перепелятника в Центральном Алтае составляет 0,1 ос./км², что близко к показателям для Северного и Северо-Восточного Алтая.

В Центральном Алтае суммарный запас ястреба-перепелятника оценен в 13 (8–22) тыс. особей, что примерно соответствует Северо-Восточному и втрое выше, чем в Северном Алтае [14].

Экология, гнездовая биология. Изучение особенностей экологических ниш пернатых хищников в предгорьях Алтая показало, что территории гнездовых участков перепелятника достаточно близки по приуроченности к местам с наименьшей степенью расчленения рельефа [8]. На гнездовом участке может располагаться несколько гнёзд. Они имеют вид рыхлого сооружения из тонких веток. В 2011 году на 5 участках нами зарегистрировано 7 гнёзд, из них 5 построек было сооружено на соснах, одна на лиственнице и ещё одна на тополе. Высота гнёзд от поверхности земли была разной — от 3 до 15 м. Гнездовые постройки на соснах и тополе находились в основании боковых ветвей, причём на соснах — в средней части кроны, на тополе — в нижней. Гнездо на лиственнице также было сооружено на боковой ветви в нижней части кроны, но на удалении 2 м от ствола. В одном из гнёзд 25 мая 2011 г. обнаружена

кладка из 3-х яиц, очевидно неполная, самка насиживала [8].

А.П. Кучин [2] на основании многолетних наблюдений делает вывод о том, что насиживает яйца только самка. Яиц в гнезде может быть до 5, они грязно-белого цвета с крупными коричневыми пестринами, размер яиц — 39–41×31–31 мм, масса — 18–20 г. Вылупление птенцов происходит во второй половине июня, их постэмбриональное развитие длится около месяца. Во второй половине июля птенцы оперяются, с подростками маховыми и рулевыми выходят из гнезда. В поздних выводках молодые покидают гнездовую постройку в первой декаде августа. Слётки становятся самостоятельными только после некоторого времени пребывания у гнезда, где их родители обучают охоте.

В Юго-Восточном Алтае в пойменном елово-лиственничном лесу по р. Джазатор 17 июля 2009 г. нами учтены слётки вблизи гнезда перепелятника на ели и вылетевшие из него 4–5 дней назад. Неподалёку, в этом же лесу, и в тот же день, видели ещё 2-х перепелятников [15].

По характеру питания перепелятник — орнитофаг, основу его рациона составляют мелкие воробьиные птицы. У пар, гнездящихся близ рек, существенную роль в питании играют кулики. В зимний период зимующие перепелятники слетаются к населённым пунктам, где добывают синиц, воробьёв, иногда голубей. Нами установлены случаи успешной охоты ястребов на свиристелей и полевых воробьёв, а на присаде у гнездовой постройки между сёлами Куяган и Куяча найдены останки полёвки [8, 16].

Осенний отлёт перепелятников начинается с конца августа, когда они покидают свои лесные гнездовые участки, часть птиц зимует на Алтае. Зимой перепелятники держатся одиночно в местах, где обитает больше всего мелких воробьиных птиц. Часто ястребов видят вблизи поселений, особенно в урожайные годы на рябину, калину, облепиху, сибирскую яблоню, которыми питаются мелкие воробьиные птицы [2, 17].

В Алтайском крае на сезонных пролётах перепелятники наблюдались весной в Кулундинской степи [2], отмечены в Лифляндском заказнике на Гилёвском водохранилище с 4 по 29 апреля 2012 г. с обилием 2 ос./км², в лесополосах — 2, на пастбищах и пашнях — 0,2 ос./км². Обилие перепелятников в 2012 году во второй половине сентября и первой половине октября было следующим: в ветлово-тополёвых прибрежных перелесках, соответственно, 2 и 2 ос./км²; в лесо-кустарниковых долинах рек Берёзовка и Корболиха — 2 и 2; в искусственных лесополосах — 2 и 2; в открытых участках (пастбища и паш-

ни) — 0,6 и 0,6; у с. Корболиха с рудерально-луговыми окрестностями — 0,6 и 0,6 ос./км² [18].

Угрожающие факторы, проблемы охраны. Перепелятник — полезная в лесном и сельском хозяйстве птица. Лимитируют популяцию перепелятника в природе более крупные хищники: беркут, тетеревиный филин, длиннохвостая неясыть, а также куница и др. Существенный урон наносит серая ворона, разоряющая гнёзда с кладками пернатых хищников [19]. Зимой при добыче пищи в крупных поселениях перепелятники подвергаются нападению серых ворон, иногда эти нападения завершаются для ястребов летально [16].

Большой ущерб перепелятникам приносит отстрел браконьерами в период охоты и сетевой отлов птицеловами при ловле певчих птиц. Известны случаи продажи этого ястреба на рынке. Перепелятники гибнут на ЛЭП, которые используют как присады. Ястребы страдают от отравления различными ядохимикатами [16].

Заключение

С разным характером пребывания перепелятник обитает практически по всему Алтаю — от равнин, предгорий и включительно до гор. Древесно-гнездящийся вид, в своём распространении связан с лесными угодьями, речными долинами и влажными логами.

Численность малого ястреба в основном определяется антропогенной трансформацией территории и кормовой базой.

Полезная в лесном и сельском хозяйстве птица, польза от неё значительно превышает сравнительно небольшой ущерб, наносимый орнитофауне.

Профилактической мерой охраны перепелятника является пропаганда среди местного населения о пользе этого хищника в природе как регулятора популяций воробьиных и других птиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Важов С.В. Материалы к изучению ястреба-тетеревиатника *Accipiter gentilis* (L., 1758) на Алтае / С.В. Важов, В.М. Важов, А.И. Штехман // Научно-практический журнал «Вестник ИргСХА». — 2022. — № 1 (108). — С. 53–65. DOI:10.51215/1999–3765–2022–108–53–65
2. Кучин А.П. Птицы Алтая / А.П. Кучин. — Горно-Алтайск, 2004. — 777 с.
3. Важов С.В. К изучению географического распространения популяций некоторых редких видов соколообразных и сов в интразональных лесных массивах юга Западной Сибири / С.В. Важов, В.М. Важов, М.И. Яськов и др. // Успехи современного естествознания. — 2021. — № 2. — С. 88–93. DOI: 10.17513/use.37579
4. Попов В.В. Встречи птиц в северных районах Иркутской области: полевой сезон 2021 года / В.В. Попов, А.И. Поваринцев, И.В. Фефелов // Байкальский зоологический журнал. — 2022. — № 1 (31). — С. 73–77.
5. Ковалева Н.Д. Воробьинообразные (*Passeriformes* L., 1758) в окрестностях пос. Нижний Кочергат (западное побережье оз. Байкал) / Н.Д. Ковалева, А.А. Никулин, Н.А. Никулина и др. // Научно-практический журнал «Вестник ИргСХА». — 2021. — № 2 (103). — С. 74–84. DOI:10.51215/1999–765–2020–103–74–84
6. Демидович А.П. Особенности видового разнообразия представителей класса *Aves* L. 1758 в окрестностях п. Нижний Кочергат / А.П. Демидович, Н.А. Никулина, А.А. Никулин // Научно-практический журнал «Вестник ИргСХА». — 2021. — Вып. 5 (106). — С. 95–104. DOI: 10.51215/1999–3765–2021–106–95–104
7. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.
8. Важов С.В. Экология и распространение соколообразных и совообразных в предгорьях Алтая: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 — экология: защищена 02.03.12: утв. 30.08.12 / Важов Сергей Викторович. — Барнаул: АлтГУ, 2012. — 188 с.
9. Важов С.В. Некоторые особенности экологических ниш пернатых хищников в российской части предгорий Алтая / С.В. Важов // Пернатые хищники и их охрана. — 2012. — № 25. — С. 115–125.
10. Важов С.В. Встречи дневных хищных птиц и сов в окрестностях Бийска в осенне-зимний период / С.В. Важов // Русский орнитологический журнал. — 2016. — Т. 25 (1376). — С. 4785–4787.
11. Важов С.В. Материалы к изучению ястребиных птиц Салаирского кряжа / С.В. Важов, В.М. Важов, А.А. Черемисин // Русский орнитологический журнал. — 2018. — Т. 27 (1664). — С. 4393–4403.
12. Эбель А.Л. О некоторых фаунистических и фенологических наблюдениях птиц в Алтайском крае (неворобьиные) / А.Л. Эбель // Русский орнитологический журнал. — 2015. — Т. 24 (1104). — С. 427–450.
13. Черенков С.Е. Фаунистический состав, фенология и гнездовая плотность птиц низкогорных лесов нижнего течения реки Семы (Республика Алтай) / С.Е. Черенков // Русский орнитологический журнал. — 2019. — Т. 28 (1742). — С. 1089–1129.
14. Бочкарева Е.Н. Птицы Центрального Алтая: Численность, распределение и пространственно-временная дифференциация населения / Е.Н. Бочкарева, С.Г. Ливанов. — Новосибирск: Наука-Центр, 2013. — 544 с.
15. Важов С.В. Пернатые хищники плато Укок, Россия / С.В. Важов, И.В. Карякин, Э.Г. Николенко и др. // Пернатые хищники и их охрана. — 2011. — № 22. — С. 153–175.

16. Карякин И.В. Пернатые хищники Уральского региона. Соколообразные (Falconiformes), Совообразные (Strigiformes) / И.В. Карякин. — Пермь: Изд-во Центра полевых исследований Союза охраны животных Урала, 1998. — 475 с.
17. Фефелов И.В. Птицы дельты Селенги: Фаунистическая сводка: монография / И.В. Фефелов, И.И. Тупицын, В.А. Подковыров и др. — Иркутск: Вост.—Сиб. изд. компания, 2001. — 320 с.
18. Гармс О.Я. Наблюдения птиц в Лифляндском заказнике (Северо-Западный Алтай) в период сезонных миграций 2012 года / О.Я. Гармс // Алтайский зоологический журнал. — 2015. — Вып. 9. — С. 61–66.
19. Важов С.В. Орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*) в Алтайском крае и Республике Алтай / С.В. Важов, В.М. Важов, А.А. Черемисин, О.Р. Гребенников, М.И. Яськов, А.И. Штехман // Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки». — 2022. — № 4. — С. 7–11. DOI 10.37882/2223–2966.2022.04.06

© Важов Сергей Викторович (vzhov49@mail.ru), Важов Виктор Маркович,
Черемисин Алексей Александрович, Гребенников Олег Романович Штехман Алина Игоревна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Бийск

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ Г. БОР НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE STATE OF GREEN AREAS OF COMMON USE IN THE CENTRAL PART OF THE CITY OF BOR, NIZHNY NOVGOROD REGION

**I. Vershinina
V. Morenkova**

Summary. The paper presents the results of monitoring observations of the state of green areas of public use in the central part of Bor, Nizhny Novgorod region. In the course of the research, it was found that in the central part of Bor, Nizhny Novgorod Region, green areas of public use are represented by a park of culture and recreation with a total area of 6.35 hectares and squares, the area of each of which is less than 0.5 hectares. It is especially emphasized that in the territory of the city of Bor, the greening norm indicator does not meet the requirements of the Federal legislation. It was revealed that the most environmentally sustainable and recreationally attractive green area for common use is the square in the area of pl. Victory. The high rate of aesthetic assessment and the vitality of green spaces in this area is associated with relatively recent improvement and planting of seedlings of trees and shrubs.

Keywords: green areas of common use; green spaces; urban ecosystem; tree crops; squares; parks.

Вершинина Ирина Валерьевна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Нижегородский
государственный педагогический университет
им. К. Минина»

vershinina.iv@gmail.com

Моренкова Виктория Сергеевна

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
педагогический университет им. К. Минина»

morenkova2809@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты мониторинговых наблюдений за состоянием озелененных территорий общего пользования в центральной части г. Бор Нижегородской области. В ходе проведенных исследований установлено, что в центральной части г. Бор Нижегородской области озелененные территории общего пользования представлены парком Культуры и Отдыха общей площадью 6,35 га, и скверами, площадь каждого из которых составляет менее 0,5 га. Особо подчеркивается, что на территории г. Бор показатель нормы озеленения не отвечает требованиям Федерального законодательства. Выявлено, что наиболее экологически устойчивой и рекреационно привлекательной озелененной территорией общего пользования является сквер в районе пл. Победы. Высокий показатель эстетической оценки и жизненного состояния зеленых насаждений на данной территории связан с относительно недавним благоустройством и посадкой саженцев древесно-кустарниковых культур.

Ключевые слова: озелененные территории общего пользования; зеленые насаждения; урбоэкосистема; древесные культуры; скверы; парки; благоустройство.

Введение

Основу зеленого фонда городской территории составляет природный экологический каркас [1, 2], который изначально сформирован природным ландшафтом. Антропогенное преобразование природного каркаса приводит к его частичной утрате и замене на искусственные формы, и образованию урбоэкосистем с преобладанием антропогенно сформированных зеленых насаждений [1].

Одним из основных показателей, влияющих на формирование экологически благоприятной обстановки любой территории, служит наличие зеленых насаждений. В работах по изучению урбанизированных

территорий отмечено [3–5], что зеленые насаждения городских территорий представляют собой антропогеннопреобразованные экосистемы, которые оказывают воздействие на микроклимат урбоэкосистемы и экологическую обстановку, при этом современная городская среда сама является фактором негативно-го воздействия на растительный мир. Кроме того, достаточно часто наблюдаются нарушения технологии создания и содержания зеленых насаждений в городской среде [6–9]. Результатом активной эксплуатации городских зеленых зон и всевозрастающей антропогенной нагрузки является снижение экологического потенциала растительных сообществ урботерритории, а также сокращение продолжительности жизни растений [4].



Рис. 1. Территориальная схема распределения ОТОП в центральной части г. Бор Нижегородской области (вид со спутника, Яндекс-карты)

В настоящее время в Российской Федерации нормированию подлежат зеленые насаждения, входящие в структуру озелененных территорий общего пользования (ОТОП) [10–12]. В соответствии с данными нормами для урбанизированных территорий больших городов площадь зеленых насаждений должна составлять 16 м² на 1 человека. Для нормального выполнения своих средозащитных функций зеленые насаждения должны иметь определенную площадь и конструкцию, в виду чего получение систематизированной информации о структуре и состоянии озелененных территорий общего пользования является актуальным вопросом при оценки экологического состояния городской территории и дальнейших мероприятиях в сфере градостроения и благоустройства.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования стали озелененные территории общего пользования центральной части города Бор Нижегородской области, в частности: Парк Культуры и Отдыха (ул. Спортивная), сквер на ул. Победы, сквер у памятника Ленину (ул. Профсоюзная) сквер на площади у центра внешкольной работы «Алиса», сквер «Лягушка» на ул. Ленина, сквер на ул. Ленина (у здания Администрации), сквер имени Ванеева (ул. Пушкина). Все исследуемые территории находятся на балансе муниципалитета. Наименование и категории зеленых насаждений приведены в соответствии с реестром ОТОП Нижегородской области [13]. Расположение исследуемых объектов приведено на рисунке 1.

Парк Культуры и Отдыха (Парк КиО) — самый большой по площади озелененный объект в центре г. Бор. Его площадь составляет 6,35 га. Парк заключен между

жилимыми домами ул. Гастелло, Филиппова и Буденного и лишь со стороны ул. Спортивной находится в пограничном взаимодействии с автомобильной дорогой. Зеленые насаждения по данным Министерства экологии представлены липой и лиственницей. Сквер имени А.А. Ванеева имеет малую площадь — 0,21 га и граничит с оживленной автомобильной трассой по ул. Пушкина и жилым многоэтажным зданием с коммерческими и жилыми помещениями — с восточной стороны. Сквер у Администрации занимает незначительную площадь в 0,13 га. Посадки голубой ели окружены парковкой с восточной стороны, а с южной проходит автомобильная дорога по ул. Ленина. Сквер «Лягушка» расположен во внутривортовой территории по ул. Ленина, и с трех сторон замкнут многоэтажными домами и подъездными путями к ним, с северной и северо-западной сторон находится в границе проезжей части ул. Ленина. Сквер имеет крайне малые размеры — 0,09 га. Объекты озеленения представлены древесными культурами и травянистым газоном. На территории ОТОП ежегодно разбивается цветник. Сквер Победы находится в границах ул. Октябрьской и ул. Киселева. Основная доля зеленых насаждений сосредоточена вдоль ул. Октябрьская. Площадь сквера в центре города Бор также невелика — 0,21 га, из них доля зеленых насаждений составляет чуть менее 0,16 га. Сквер у памятника В.И. Ленину имеет площадь 0,14 га и непосредственно выходит на проезжую часть по ул. Профсоюзной. Данные территории с зелеными насаждениями образуют единую систему озеленения в историко-мемориальном комплексе пл. Победы. Сквер на площади у центра внешкольной работы «Алиса» (ЦВР «Алиса») расположен в границе парковочной зоны, имеет небольшие размеры (0,10 га). Основные зеленые насаждения представлены липой и кустарниками. Таким образом, все исследуемые ОТОП г. Бор находятся выполняют рекреационную функцию

Таблица 1. Видовой состав, категории жизненного состояния и уровень эстетической оценки зеленых насаждений ОТОП центральной части г. Бор Нижегородской области

Наименование древесной культуры	Кол-во, (экз)	Доля, %	Категория Эстетическая оценка				Кср. Кэ
			1	2	3	4	
Сквер им. А.А. Ванеева							
Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia L.</i>)	2	5,7	-	-	2	-	3,0
			-	-	2	-	3,0
Яблоня дикая (<i>Malus sylvestris Mill.</i>)	14	40	-	-	14	-	3,0
			-	-	14	-	3,0
Сирень венгерская (<i>Syringa josikaea J.</i>)	3	8,6	-	3	-	-	2,0
			-	3	-	-	2,0
Липа сердцевидная (<i>Tilla cordata Mill.</i>)	1	2,9	-	-	1	-	3,0
			-	-	1	-	3,0
Пузыреплодник калинолистный (<i>Physocarpus opulifolius L.</i>)	15	42,8	-	15	-	-	2,0
			15	-	-	-	1,0
ИТОГО по скверу:	35	100	-	18	17	-	2,5
			15	3	17	-	2,0
Парк КиО							
Липа сердцевидная (<i>Tilla cordata Mill.</i>)	87	14	-	10	77	-	2,9
			-	-	87	-	3,0
Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera L.</i>)	24	3,8	-	-	24	-	3,0
			-	-	24	-	3,0
Клён платановидный (<i>Acer platanoides L.</i>)	2	0,3	2	-	-	-	1,0
			2	-	-	-	1,0
Клен ясенелистный (<i>Acer negundo L.</i>)	119	19,1	-	65	54	-	2,5
			-	37	82	-	2,7
Береза повислая (<i>Betula pendula Roth.</i>)	202	32,4	20	156	26	-	2,0
			137	50	15	-	1,4
Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia L.</i>)	8	1,3	-	8	-	-	2,0
			-	8	-	-	2,0
Лиственница обыкновенная (<i>Larix sibirica Ledeb.</i>)	164	26,3	35	60	19	50	2,5
			20	75	55	14	2,4
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris L.</i>)	7	1,1	-	7	-	-	2,0
			3	4	-	-	1,6
Ель обыкновенная (<i>Picea abies (L.) Karst.</i>)	4	0,6	-	4	-	-	2,0
			-	4	-	-	2,0
Карагана древовидная (<i>Caragana arborescens Lam.</i>)	7	1,1	-	-	7	-	3,0
			-	-	7	-	3,0
ИТОГО по парку:	624	100	57	310	207	50	2,4
			162	178	270	14	2,2
Сквер у Администрации г. Бор							
Ель колючая (<i>Picea pungens Engelm.</i>)	32	100	25	7	-	-	1,2
			32	-	-	-	1,0
Сквер «Лягушка»							
Клён платановидный (<i>Acer platanoides L.</i>)	1	5,5	-	1	-	-	2,0
			-	-	1	-	3,0
Клен ясенелистный (<i>Acer negundo L.</i>)	2	11,0	-	2	-	-	2,0
			-	2	-	-	2,0
Береза повислая (<i>Betula pendula Roth.</i>)	12	67,0	-	12	-	-	2,0
			3	9	-	-	1,8
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris L.</i>)	2	11,0	2	-	-	-	1,0
			2	-	-	-	1,0

Наименование древесной культуры	Кол-во, (экз)	Доля,%	Категория Эстетическая оценка				Ср. Кэ
			1	2	3	4	
Ель обыкновенная (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	1	5,5	1	-	-	-	1,0
			1	-	-	-	1,0
ИТОГО по скверу	18	100	3	15	-	-	1,8
			6	11	1	-	1,7
Сквер на пл. Победы (сквер Победы и сквер у памятника В.И. Ленина)							
Ель колючая (<i>Picea pungens</i> Engelm.)	12	9,2	-	12	-	-	2,0
			-	12	-	-	2,0
Лиственница обыкновенная (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	2	1,5	2	-	-	-	1,0
			2	-	-	-	1,0
Туя западная (<i>Thuja occidentalis</i> L.)	58	44,3	40	18	-	-	1,3
			58	-	-	-	1,0
Лох серебристый (<i>Elaeagnus commutata</i> Bernh. ex Rydb.)	7	5,3	-	7	-	-	2,0
			-	7	-	-	2,0
Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	13	9,9	-	-	13	-	3,0
			-	2	11	-	1,8
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	12	9,2	12	-	-	-	1,0
			12	-	-	-	1,0
Липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	14	10,6	-	-	14	-	3,0
			-	-	14	-	3,0
Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	1	0,8	-	-	-	1	4,0
			-	-	1	-	3,0
Пузыреплодник калинолистный (<i>Physocarpus opulifolius</i> L.)	12	9,2	-	12	-	-	2,0
			-	12	-	-	2,0
ИТОГО по скверу:	131	100	54	49	27	1	1,8
			72	33	26		1,6

где K_{cp} — средневзвешенная величина состояния породы;

Кэ — средневзвешенная величина эстетической оценки

и находятся в области воздействия дорожно-транспортной городской сети.

Основными методами исследования явились натурные наблюдения на территории скверов и парка центральной части г. Бор Нижегородской области, и анализ нормативной документации государственных структур в области охраны окружающей среды и управления природопользованием. Категории жизненного состояния зеленых насаждений определяли по методике Б.Г. Нестерова. Ослабление состояния древесно-кустарниковых культур характеризовали методом расчета средневзвешенной величины на основании оценок категорий состояния зеленых насаждений: 1 — здоровое, 2 — ослабленное, 3 — сильно ослабленное, 4 — усыхающее, 5 — свежий сухостой. Фитопато-

логическое состояние древесных пород оценивалось визуально по общепринятым методикам. Эстетическая оценка зеленых насаждений проводилась по методике В.А. Агальцевой, по трехбалльной системе: 1 балл — высокая, 2 балла — средняя, 3 балла — низкая [14], деревья, подлежащие вырубке, не учитывались. Выявление вредителей и болезней осуществлено по методике И.И. Журавлева [15].

Результаты и обсуждение

В соответствии с государственным докладом [16] в городе Бор Нижегородской области обеспеченность жителей озелененными территориями общего пользования характеризуется как одна из самых низких по области. Учитывая официальные данные реестра ОТОП

по городу Бор, можно констатировать, что на каждого жителя города приходится не более 2,2 м² зеленых насаждений, что в 7 раз ниже норматива.

По данным мониторинга установлено, что система зеленых насаждений общего пользования центральной части г. Бор Нижегородской области на сегодняшний день представлена одним парком и пятью скверами. Основными структурными компонентами системы зеленых насаждений скверов и парка являются древесные культуры, кустарниковая растительность, газонные травы и цветники. Согласно общепринятым методикам, в летний период 2021 года была проведена инвентаризация зеленых насаждений ОТОП г. Бор Нижегородской области. На территории исследуемых систем озеленения определена видовая структура насаждений и их количественный состав. Основные сведения, полученные в ходе инвентаризации и последующего анализа по основным критериям экологического состояния зеленых насаждений ОТОП приведены в таблице.

На основании полученных данных по составу и структуре зеленых насаждений на территории ОТОП г. Бор можно констатировать, что наиболее неблагоприятными характеристиками отличаются древесные культуры и кустарники в парке КиО, где значение категории жизненного состояния древостоя находится на уровне 2,5 ед., а также в сквере им. А.А. Ванеева, где данный показатель также превышает значение в 2 ед. Следует отметить, что оценка озелененной территории парка КиО была проведена только на открытой, доступной территории, т.к. 50% территории ОТОП находится в аренде, и учет состояния зеленых насаждений на землях арендатора невозможен, в силу разграничения парка на закрытые функциональные зоны, что является неприемлемым для озелененных территорий общего пользования. Низкая оценка состояния древесных культур обусловлена в первую очередь, возрастом древостоя и наличием фитопатологических изменений. Санитарная оценка исследуемых культур выявила неудовлетворительное состояние зеленых насаждений. Ослабление деревьев, как правило, сопровождается усыханием, из более чем 50% всех отмеченных повреждений основной вид составляют усыхающие ветви. Значительное число зеленых насаждений имеют повреждения механического характера, также велика доля гнилевых патологических факторов. На липах, тополях и кленах отмечены раковые новообразования. Опухолевидный рак (гиперпластические бактериозы) выявлен на клене ясенелистом (*Acer negundo L.*). Разрушение древесины стволов связано с паразитизмом различных видов трутовиков: ложным — *Phellinus igniarius L.* (диагностирован на клене, липе, тополе), серно-желтым — *Laetiporus sulphureus* (отмечен на тополе), настоящим — *Fomes fomentarius L.* (выявлен на березе

и липе), кленовым трутовиком — *Oxyporus populinus Fr.* (клен). Гниль на стволах древесных культур наблюдается как в виде образования плодовых тел трутовика, так и в виде дупел. На березе повислой (*Betula pendula Roth.*), клене ясенелистом (*Acer negundo L.*), рябине обыкновенной (*Sorbus aucuparia L.*) и липе сердцевидной (*Tilia cordata MILL.*) отмечены бактериальные заболевания, проявляющиеся в виде слизетечения.

Эстетическое состояние насаждений зависит от комплексного воздействия ряда факторов: вида и возраста древесных и кустарниковых насаждений, уровня антропогенной и рекреационной нагрузки, структурной организации и плотности размещения насаждений. Низкими эстетическими данными на территории парка КиО характеризуется культура липы сердцевидной (*Tilia cordata Mill*), тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*), клена ясенелистного (*Acer negundo L.*). Несмотря на острую нехватку ОТОП в центральной части г. Бор Нижегородской области, парк КиО не испытывает высокой рекреационной нагрузки, т.к. жители города в качестве рекреационных объектов выбирают другие наиболее благоустроенные озелененные территории.

Небольшая площадь сквера имени А.А. Ванеева замкнута в виде треугольника, две стороны которого соединены транзитными дорожками. Территория сквера очень плотно покрыта зелеными насаждениями, которые со стороны ул. М. Горького служат активными поглотителями загрязняющих веществ с проезжей части. Структура зеленых насаждений сквера представлена древесными культурами и кустарником. Состояние древесно-кустарниковых культур преимущественно оценено как ослабленное и сильно ослабленное. Эстетическая характеристика зеленых насаждений в полной мере соответствует категории жизненного состояния растений. Представители древесных культур являются старовозрастными посадками, которые за время своего произрастания под влиянием комплекса неблагоприятных факторов характеризуются различными изменениями и нарушениями в морфологическом строении и наличием патологических процессов. Малые размеры сквера, неудовлетворительное состояние зеленых насаждений, непосредственная близость проезжей части, отсутствие садово-парковой мебели, разбитое мощение на тропинках ограничивают возможность использования данной ОТОП в качестве рекреационного объекта.

Сквер у Администрации г. Бор Нижегородской области только номинально является ОТОП. Наиболее целесообразно данный участок городского озеленения отнести к категории озелененных территории ограниченного пользования. Сквер представляет собой

прямоугольную площадку с вымощенным брусчаткой платцем и единственной пешеходной дорожкой между посадками колючих елей. На территории данной ОТОП отсутствуют какие-либо элементы садово-парковой мебели и малые архитектурные формы. Учитывая месторасположение зеленых насаждений в непосредственной близости к входной группе Административного здания г. Бор, данный озелененный участок не может быть использован как озелененная территория общего пользования.

Сквер «Лягушка» характеризуется малой площадью и малым количеством зеленых насаждений. Данную территорию, как и сквер у Администрации г. Бор лишь условно можно отнести к озелененным территориям общего пользования. Сосредоточение населения в этом сквере в большей мере обусловлено наличием фонтана «Лягушка», чем зелеными насаждениями. В структуре данного участка доминантом является Береза повислая (*Betula pendula Roth.*), которая в настоящее время не рекомендуется в качестве элемента озеленения, т.к. пыльца березы является очень сильным аллергеном. К скверу у ЦВР «Алиса» отсутствует свободный доступ, данная территория отгорожена металлическим забором и воротами, поэтому в качестве озелененной территории общего пользования не может быть учтена.

Древесные насаждения в сквере на пл. Победы характеризуются здоровым и ослабленным жизненным состоянием практически поровну, при этом 1/3 от общего числа зеленых насаждений находится в сильно ослабленном состоянии. Сильно ослабленное состояние характерно для возрастных культур рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia L.*) и липы сердцевидной (*Tilia cordata Mill.*).

На рябине обыкновенной обнаружены некрозы, широко распространены туберкуляриевый, нуммуляриевый и цитофомовый некроз. Здоровые растения составляют посадки туи западной, которая была высажена в 2020 г. Данная территория располагается в самом центре г. Бор, близко к мемориалу «Вечный огонь» и дорожно-транспортному узлу «Канатная дорога Бор-Нижний Новгород», вследствие чего для данной озелененной территории характерна достаточно высокая рекреационная нагрузка.

ВЫВОДЫ

В центральной части г. Бор Нижегородской области озелененные территории общего пользования представлены парком культуры и отдыха, а также скверами, площадь которых не отвечает нормативным требованиям в области благоустройства, в виду чего они лишь номинально отнесены к категории «сквер». Зеленые насаждения парка и скверов г. Бор преимущественно представляют собой старовозрастные посадки, характеризующиеся слабым и сильно ослабленным жизненным состоянием, и низкой рекреационной привлекательностью. На сегодняшний день наиболее рекреационно привлекательным и экологическим устойчивым объектом является сквер на пл. Победы. Остальные существующие зеленые насаждения, объединяемые в группу скверов и парк КиО в г. Бор Нижегородской области остро нуждаются в экологоориентированных мероприятиях в сфере благоустройства, которые позволят оптимизировать озелененные территории в структуре общественных пространств урбоэкосистемы и сформировать комфортную городскую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копосова Н.Н., Шайбекова М.Р. Проектирование парка «Мещерское озеро» как структурного элемента экологического каркаса города Нижнего Новгорода // Успехи современного естествознания. 2017. № 7. С. 81–85.
2. Шайхутдинова А.А., Ивлева Я.С. Городские зеленые насаждения как элемент системы экологического каркаса // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Общественные и гуманитарные науки. 2016. № 8 (161). С. 91–96.
3. Трубина Л.К., Николаева О.Н., Муллаярова П.И., Баранова Е.И. Инвентаризация городских зеленых насаждений средствами ГИС // Вестник СГУГиТ. 2017. Т. 22, № 3. С. 107–118.
4. Кулакова С.А. Оценка состояния зеленых насаждений города // Географический вестник. 2012. № 4 (23). С. 59–66
5. Кулакова С.А. Учет зеленых насаждений города Перми // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. № 1–3. С. 769–771
6. Кириллов С.Н. Оценка состояния зеленых насаждений общего пользования г. Волгограда // Вестник Волгоград ГУ. Серия 11: Естественные науки. 2013. № 1 (5). С. 29–34.
7. Рунова Е.М., Гаврилин И.И., Гаврилина М.К. Комплексная оценка экологического состояния древесных растений урбоэкосистемы Братска по интегральному показателю устойчивости // Хвойные бореальной зоны, XXX, № 3–4. 2012. С. 312–315
8. Воронина О.Н. Ландшафтная архитектура нижегородских парков. Н.Н.: Полиграфцентр ННГАСУ. 2013. 263 с.
9. Козлов А.В., Медведева Е.Б. Оценка обеспеченности горожан озелененными территориями в условиях современного развития города Нижнего Новгорода // Приволжский научный вестник. 2015. № 12(1)–52. С. 15–18.
10. ГОСТ 28329–89. Озеленение городов. Термины и определения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023332>
11. Градостроительный кодекс РФ: текст с изменениями и дополнениями на 2012 год. — М.: Актуальное законодательство, 2012. — 208 с.

12. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89 [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054209>
13. Реестр озелененных территорий общего пользования Нижегородской области. Бор // Министерство экологии и природных ресурсов Нижегородской области [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://ecology.government-nnov.ru/activity/3181/>
14. Агальцова В.А. Основы лесопаркового хозяйства. М.: МГУЛ. 2008. 213 с.
15. Журавлев И.И., Крангауз Р.А. Яковлев В.Г. Болезни лесных и древесных кустарников. М.: Лесная промышленность. 1974. 160 с.
16. Государственный доклад «Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2017 году // Министерство экологии и природных ресурсов Нижегородской области [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://ecology.government-nnov.ru/presscenter/lectures/19/>

© Вершинина Ирина Валерьевна (vershinina.iv@gmail.com), Моренкова Виктория Сергеевна (morenkova2809@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА МИКРОСАТТЕЛИТНЫХ ЛОКУСОВ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ TARAXACUM OFFICIONALE СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

COMPARATIVE ANALYSIS OF POLYMORPHISM OF MICROSATTELETE LOCUS IN NATURAL POPULATIONS OF TARAXACUM OFFICIONALE IN THE NORTHERN CAUCASUS

**P. Dzhambetova
Z. Bisultanova
F. Dreeva
N. Reutova
M. Atsaeva**

Summary. Objective. To assess the genetic diversity of *T. officinale* Wigg.S.L. populations of the Chechen Republic (CR) and the Kabardino-Balkarian Republic (KBR) at different heights above the sea level (n. a. m.) by comparing SSR profiles.

Methods. Microsatellite (SSR) genotyping of genomic DNA of 48 *T. officinale* samples from 10 populations using 12 TKS primers developed for *T. officinale* was performed.

Results. 40 SSR loci were found, ranging in size from 110 to 1200 bp. A high level of polymorphism of 5 populations of *T. officinale* from the CR was revealed at an altitude of 800–950 m. n. m. (74.3%) and low at an altitude of 2000–2200 m. n. m. The level of polymorphism of populations of *T. officinale* CBD decreased from 68.7% to 9.7% with an increase in altitude above sea level. The degree of polymorphism of lowland samples is higher than that of mountain populations. The degree of genetic divergence between *T. officinale* CR and CBD samples is shown. A low level of polymorphism of *T. officinale* of the Elbrus region was noted in comparison with plants of the mountainous territories of the Czech Republic.

Conclusions. High genetic variability was revealed in lowland *Taraxacum* populations. All 12 TKS primers used in the course of work can be used for marking *T. officinale*.

Keywords: genetic variability, *Taraxacum officinale*, population, microsatellite genotyping, North Caucasus.

Джамбетова Петимат Махмудовна
Профессор, Чеченский государственный
университет им. А.А. Кадырова
petimat-ig@rambler.ru

Бисултанова Зура Исановна
Старший преподаватель, Чеченский
государственный университет им. А.А. Кадырова
zura_sun@mail.ru

Дреева Фатима Робертовна
Н.с., ФНЦ «Кабардино-Балкарский научный центр
Российской академии наук»
f.dreeva@mail.ru

Реутова Нина Васильевна
В.н.с., ФНЦ «Кабардино-Балкарский научный центр
Российской академии наук»
reutova371@mail.ru

Ацаева Марет Махмудовна
Доцент, Чеченский государственный университет
им. А.А. Кадырова
acaeva-mm@mail.ru

Аннотация. Цель. Оценка генетического разнообразия популяций *T. officinale* Wigg.S.L. Чеченской Республики (ЧР) и Кабардино-Балкарской Республики (КБР) на разной высоте над уровнем моря (н. у. м.) путем сравнения профилей SSR.

Методы. Проводилось микросателлитное (SSR) генотипирование геномной ДНК 48 образцов *T. officinale* из 10 популяций по 12 праймерам TKS, разработанных для *T. officinale*.

Результаты. Обнаружено 40 SSR-локусов, размером от 110 до 1200 п. н. Выявлен высокий уровень полиморфизма 5 популяций *T. officinale* из ЧР на высоте 800–950 м. н. у. м. (74,3%) и низкий на высоте 2000–2200 м. н. у. м. Уровень полиморфизма популяций *T. officinale* КБР снизился с 68,7% до 9,7% при увеличении высоты над уровнем моря. Степень полиморфности низинных образцов выше, чем у горных популяций. Показана степень генетической дивергенции между образцами *T. officinale* ЧР и КБР. Отмечен низкий уровень полиморфизма *T. officinale* Приэльбрусья по сравнению с растениями горных территорий ЧР.

Выводы. Выявлена высокая генетическая изменчивость в низинных популяциях *Taraxacum*. Все 12 использованных в ходе работы праймеров TKS могут быть применены для маркирования *T. officinale*.

Ключевые слова: генетическая изменчивость, *Taraxacum officinale*, популяция, микросателлитное генотипирование, Северный Кавказ.

Введение

Род *Taraxacum* является одной из сложных категорий сложноцветных по морфологии и таксономии. В настоящее время во всем мире натурализовано около 3000 видов *Taraxacum* [20]. Растения рода *Taraxacum* пользуется широкой популярностью во всем мире, в первую очередь, в связи с полезным фармакологическим профилем. Они содержат целый спектр соединений, обладающих фармакологической активностью: различные фитостерины, ароматизаторы и фенольные соединения, такие как таракастерол, стигмастерол, цикориевая кислота, кофейная кислота и скополетин [6]. Листья и корни многих видов *Taraxacum* богаты витамином А, В, С, D и Е, инозитолом, лецитином и минералами, среди которых железо, магний, натрий, кальций и др., и считаются надежным источником пищи с хорошим питательным потенциалом [20, 21, 22]. В корнях некоторых видов *Taraxacum* (*Taraxacum hybernum* Steven) содержится каучук, разработка которого, в последнее время, ведется интенсивными темпами [1]. Растения *Taraxacum officinale* оказались чувствительными и удобными объектами для изучения генетической безопасности антропогенных факторов окружающей среды [3]. Во многих странах, в частности, в России, Индии и Китае *Taraxacum officinale*, (Одуванчик лекарственный) нашел употребление как народное лекарство из-за его печеночных и гипергликемических свойств. А в Турции и Мексике используется для контроля сахарного диабета второго типа [22].

Вместе с тем, исследования показывают, что существует внутренняя корреляция между метаболическим фенотипом и генетическим разнообразием растений [1]. Кроме того, глобальные экологические проблемы, обусловленные потеплением климата и высокой антропогенной нагрузкой, серьезно влияют на биологическую продуктивность растений. В связи с этим, оценка генетической изменчивости и структуры природных популяций *Taraxacum* является одним из важнейших элементов стратегий эффективного и устойчивого использования генетических ресурсов лекарственного растения, а также сохранения и воссоздания фитоценозов.

Быструю, точную и эффективную оценку генетической изменчивости обеспечивают молекулярные маркеры на основе ДНК, которые стали универсальным инструментом оценки генетической стабильности или разнообразия растений. В настоящее время для молекулярной характеристики растений используют маркеры ISSR (амплификация между SSR) [1, 2], AFLP (полиморфизм длины амплифицированного фрагмента) [19], RFLP (полиморфизм длины рестриционного

фрагмента) [15] и RAPD (случайно амплифицированная полиморфная ДНК) [11]. Маркеры SSR, также называемые микросателлитами, короткими tandemными повторами (STR) или микросателлитными сайтами с мечеными последовательностями (STMS) представляют собой группы tandemных повторов из 1–6 нуклеотидов, которые в избытке присутствуют в геноме различных таксонов [8]. Так как микросателлиты многочисленны по всему геному, праймеры SSR отжигаются в нескольких областях, обеспечивая амплификацию фрагментов, часто полиморфных у разных индивидуумов [10].

Генетическое разнообразие *Taraxacum* широко изучалось в ряде исследований [4, 5, 7, 12, 18] и в разных географических областях показывает довольно высокую степень межвидового и внутривидового полиморфизма у исследованных растений [22]. В данном исследовании мы оцениваем уровень и организацию генетического разнообразия и родства различных популяций вида *Taraxacum officinale* Wigg. S. L., произрастающих в горных и равнинных областях двух северокавказских регионов, Чеченской Республики (ЧР) и Кабардино-Балкарской Республики (КБР), используя маркеры SSR, путем сравнения профилей SSR.

Материал и методы

Растительный материал. Объектом настоящего исследования явился широко распространенный представитель рода *Taraxacum* Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg. S. L.). Образцы Одуванчика лекарственного были собраны с 10 различных географических точек ЧР и КБР. В Чеченской Республике одуванчик собирали вдоль Веденского ущелья: высота 350, 470, 850, 950 м над уровнем моря, на южном склоне Андийского хребта: высота 1745, 1890, 2020 и 2150 м над уровнем моря и в окрестностях г. Грозный (высота 130 м над уровнем моря). Кабардино-балкарские образцы были собраны в Приэльбрусье на высотах 1300, 1800, 2700 и 3000 м над уровнем моря, а также на равнинных территориях (200 и 400 м над уровнем моря). Географическое расположение собранных образцов показано на рис. 1. С каждого участка было использовано не менее трех растений. Всего в анализ SSR было включено 20 и 28 образцов 11 популяций на территории ЧР и КБР, соответственно (табл. 1).

Морфологические различия между исследованными растениями не наблюдались.

Для микросателлитного (SSR) генотипирования мы использовали 12 опубликованных микросателлитных праймеров TKS [1], разработанных для *T. officinale* agg. (sect. *Taraxacum* (табл. 2.).

Таблица 1. Географическое расположение

№ п/п	Номер популяции	Место локализации	Кол-во	Высота, метров над уровнем
Чеченская Республика				
1	Популяция № 1	запад г. Грозный	3	130–150
2	Популяция № 2	окрестности с. Сержень-Юрт	5	350–450
3	Популяция № 3	окрестности с. Ведено	4	850–950
4	Популяция № 4	восточный берег оз. Казеной-Ам	4	1745–1890
5	Популяция № 5	южный склон г. Кашкерлам	4	2020–2150
Кабардино-Балкарская Республика				
6	Популяция № 1	окрестности с. Пришиб	4	200
7	Популяция № 2	Баксанское ущелье, станция Комплекс Алапат	6	1300
8	Популяция № 3	Баксанское ущелье, гостиница Иткол	6	2000
9	Популяция № 4	Баксанское ущелье, г. Чегет вторая (средняя) станция	4	2700
10	Популяция № 5	Баксанское ущелье, Г. Чегет, третья (верхняя) станция	8	3000
		Итого:	28	

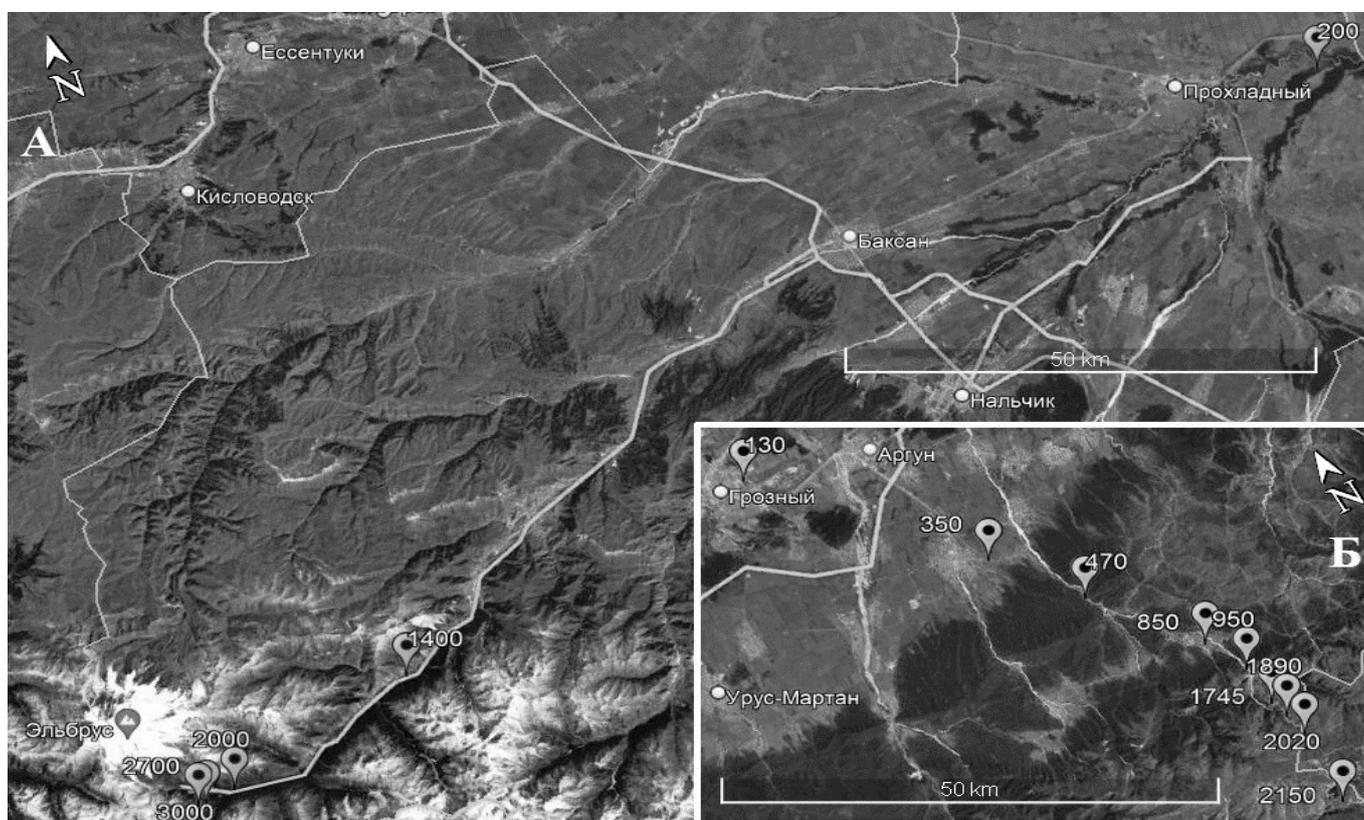


Рис. 1. Расположение пунктов отбора проб (А – на территории Кабардино-Балкарской Республики; Б — на территории Чеченской Республики).

Таблица 2. Характеристика микросателлитных SSR праймеров [1]

Нуклеотидная последовательность	Название праймера	Температура отжига, °C	Размер фрагментов ДНК
TCACCGAGTTGTAGAGAGAGA	TKS_003 _F*	55	200
CAGCAATTAAGGCTCTGTAAA	TKS_003 _R**		
GCTCTCATAATAAGAACCCAGA	TKS_0025 F		280
ATACCGTGGTGAGCATAAATA	TKS_0025 R		
AGTTTCTCTAGAGCTCGATCC	TKS_0085 F		160
TGTAAAGAATCAAACGAATGG	TKS_0085 R		
GCAAGTTTGCACCAGTTT	TKS_0091F		170
GTTATTTGTTAACCCATTCCA	TKS_0091R		
AAGATGTAATGCTTGGAAAGA	TKS_0097 F		250
AACACAAGCCAAACAATAAC	TKS_0097R		
ACCTTGGAGACGAAAGTAAT	TKS_0105 F		170
CAACTCTAACAAGAGCGACAC	TKS_0105 R		
GAACCGTGATACAAGCATAAA	TKS_0107F		230
CATCTCCATTGTTGTCCATAC	TKS_0107R		
GGCTGATCAAGAGTACTGTCC	TKS_0110 F		170
TTATATGGGAATATACCGGAAG	TKS_0110 R		
ATCTACAACAAGTTCGTGAGG	TKS_0111 F		180
AATCAACTGGATTCTTAGGG	TKS_0111 R		
ACAGGAGTTGATGTCTTGATG	TKS_0112 F		150
ATTGAATCATTAAACCGTCAGA	TKS_0112 R		
CCAAGACCTCTACAATCGTTA	TKS_0113 F	300	
ATCTTCGGAGTAGTGGATTGA	TKS_0113 R		
CCGATAACCGTAGTCAGATAA	TKS_0177 F	200	
CTTCTTCTCGTCCTCTCAT	TKS_0177 R		

F* — прямой праймер; R** — обратный праймер

Таблица 3. Генетический полиморфизм одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg. S. L.).

Наименование праймеров	Кол-во ампликонов	Число полиморфных маркеров	Кол-во ампликонов	Число полиморфных маркеров	Размер общего ампликлона	Размер маркера
	ЧР		КБР			
TKS_003	11	10	7	6	200	180–600
TKS_0025	2	1	4	3	280	280–1200
TKS_0085	16	15	3	2	160	100–600
TKS_0091	10	9	13	12	170	120–1200
TKS_0097	10	9	4	3	250	150–600
TKS_0105	9	8	8	7	170	110–1100
TKS_0107	6	5	1	0	230	230–700
TKS_0110	5	4	4	3	170	170–600
TKS_0111	13	12	6	5	180	100–1100
TKS_0112	8	7	6	5	150	150–1100
TKS_0113	13	12	8	7	300	240–600
TKS_0177	10	9	9	8	200	100–600

Таблица 4. Последовательность праймеров, общее количество продуктов амплификации и количество полиморфных локусов, полученных с использованием 12 пар SSR-праймеров для всех 20 образцов (*Taraxacum officinale* Wigg. S. L.) из ЧР.

Наименование праймеров	Общее количество ампликонов					Количество полиморфных маркеров					Доля полиморфизма (%)				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
TKS_003	4	5	1	5	1	2	4	0	3	0	50,0	80,0	0	60,0	0
TKS_0025	1	2	2	2	2	0	1	1	1	0	0	50,0	50	50,0	0
TKS_0085	6	7	5	7	2	5	6	4	5	1	83,3	85,7	80	71,4	50,0
TKS_0091	5	4	7	2	1	4	3	6	1	0	80,0	75,0	85,7	50,0	0
TKS_0097	1	7	4	7	1	0	6	2	6	0	0	85,7	50,0	85,7	0
TKS_0105	5	4	6	4	1	3	3	5	3	0	60,0	75,0	83,3	75,0	0
TKS_0107	2	2	1	1	2	1	1	0	0	1	50,0	50,0	0	0	50,0
TKS_0110	1	4	3	3	1	0	3	1	2	0	0	75,0	33,3	66,7	0
TKS_0111	6	3	3	5	2	4	2	2	4	1	66,7	66,7	66,7	80,0	50,0
TKS_0112	2	5	1	1	2	1	4	0	0	1	50,0	80,0	0	0	50,0
TKS_0113	6	7	1	4	1	4	6	0	3	0	66,7	85,7	0	75,0	0
TKS_0177	4	6	5	6	4	2	5	4	5	1	50,0	83,3	80,0	83,3	25,0
Итого	43	56	39	47	20	26	44	25	33	5	46,4	74,3	44,1	58,1	18,7

Таблица 5. Последовательность праймеров, общее количество продуктов амплификации и количество полиморфных локусов, полученных с использованием 12 пар SSR-праймеров для всех 20 образцов (*Taraxacum officinale* Wigg. S. L.) из КБР.

Наименование праймеров	Общее количество ампликонов						Количество полиморфных маркеров						Доля полиморфизма (%)						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	
TKS_003	1	1	1	1	1	7	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	85,7
TKS_0025	1	1	1	1	1	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	75,0
TKS_0085	3	3	1	3	1	1	2	2	0	2	0	0	66,7	66,7	0	66,7	0	0	0
TKS_0091	1	2	4	1	1	11	0	1	3	0	0	10	0	50,0	75,0	0	0	0	90,9
TKS_0097	3	1	1	2	1	4	2	0	0	1	0	3	66,7	0	0	50,0	0	0	75,0
TKS_0105	2	1	1	1	2	9	1	0	0	0	1	5	50,0	0	0	0	50,0	0	55,5
TKS_0107	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	66,7
TKS_0110	3	1	1	1	1	4	2	0	0	0	0	3	66,7	0	0	0	0	0	75,0
TKS_0111	1	1	1	1	3	6	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	66,7	0	83,3
TKS_0112	2	1	1	1	2	6	1	0	0	0	1	5	50,0	0	0	0	50,0	0	83,3
TKS_0113	3	1	2	4	1	6	2	0	1	3	0	4	66,7	0	50,0	75,0	0	0	66,7
TKS_0177	3	1	1	1	3	9	2	0	0	0	2	6	66,7	0	0	0	66,7	0	66,7
Итого	24	15	16	18	18	74	12	3	4	6	6	56	36,1	9,7	10,4	15,9	19,4	0	68,7

*Номерами 1–6 обозначены исследованные популяции

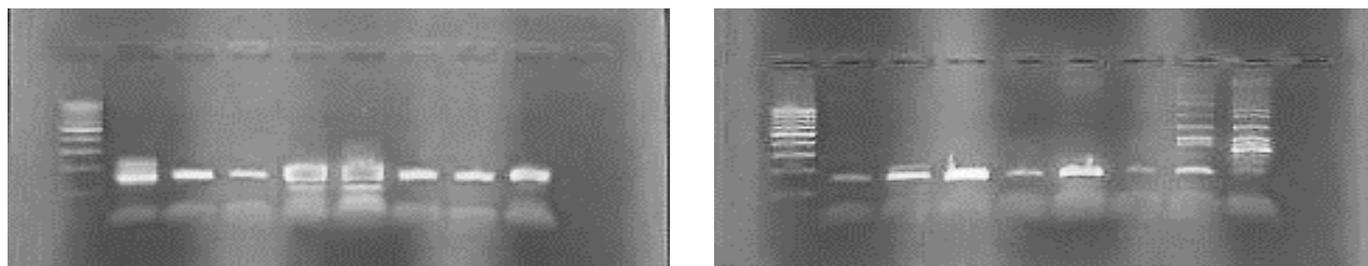


Рис. 2. Профили электрофореза SSR, продуцированные праймером TKS-0091 для 16 образцов *Taraxacum officinale* (1–14 растений (КБР) с высоты 2700–3000 м н.у.м., 15–16 (КБР) (отмечены стрелкой) с высоты 250–300 м н.у.м.). Продукты амплификации разделяли на агарозных гелях (2%) в буфере 10xTBE. Дорожка маркер: шаг 100 kb

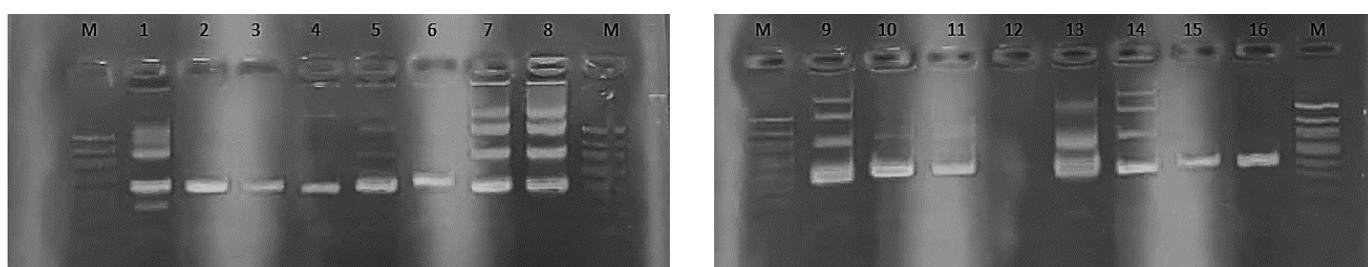


Рис. 3. Электрофореграмма результатов амплификации с использованием праймера TKS-0177. 1 и 2 — образцы, собранные на высоте 350 м н.у.м. (ЧР); 3–6 — высота 200 м над у.м (КБР); 7–9 — образцы, собранные на высоте 300–400 м н.у.м. (ЧР); 10–14–800–950 м н.у.м. (ЧР); 15–16 — образцы, собранные на высоте 1300 м н.у.м. в Баксанском ущелье (КБР).

Геномную ДНК выделяли из свежих и сухих листьев Одуванчика лекарственного, используя наборы Qiagen DNeasy Plant Mini Kit и DNeasy Plant Pro Kit (Qiagen, Германия), следуя инструкциям производителя. Для ПЦР использовали готовые коровые наборы (ООО «Галарт-Диагностикум», Isogen Lab. Ltd). В мастер-миксы вносили по 10 мкл ПЦР-растворителя и по 0,5 мкл каждого праймера. На конечном этапе приготовления реакционной смеси вносили по 1 мкл ДНК-проб. Объем реакционной смеси для ПЦР составлял 20 мкл. Условия ПЦР были следующими: 94 °C в течение 3 мин (горячий старт полимеразы ПЦР), затем 35 циклов 94 °C в течение 40 сек., 55 °C в течение 40 сек. и 72 °C в течение 40 сек. и, наконец, синтез при 72 °C в течение 5 мин и хранение при 4 °C. Полиморфизм оценивали горизонтальным электрофорезом в 2% агарозном геле с добавлением красителя бромистый этидий (МГУ, Laboratory building "А", Москва). Электрофорез проводили в электрофорезных камерах SE-1 (Россия). Визуализировали аллели в проходящем ультрафиолете с помощью трансиллюминатора (Vilber Lourmat, Франция). Количество выделенной геномной ДНК оценивали, используя набор Qubit dsDNA HS Assay Kit, 100 assay (USA) с помощью флуориметра Qubit 3,0 (Thermo Fisher Scientific, США).

Длину фрагментов оценивали при помощи маркера молекулярной массы 50+DNA Ladder (Евроген, Россия)

Генетическое различие оценивалось на основе коэффициента Жаккара (Jaccard, 1901) с использованием данных SSR-праймеров. Интерпретацию образцов полос, демонстрируемых гелями, выполняли как наличие (1) и отсутствие полос (0) для каждого относительного положения. Отсутствие продукта амплификации использовали в качестве критерия для рассмотрения маркера, как полиморфного.

Результаты и обсуждение

Определение внутривидового полиморфизма *Taraxacum officinale* проводилось с использованием 48 образцов, произрастающих на разной высоте над уровнем моря (от 130 до 3000 м) с использованием маркеров SSR. Двенадцать праймеров для которых были отмечены четкие профили применения в аналогичных исследованиях [1], были выбраны нами для фингерпринтинга всех образцов. Все используемые праймеры эффективно обеспечивали амплификацию специфических и воспроизводимых наборов SSR — продуктов, включающих

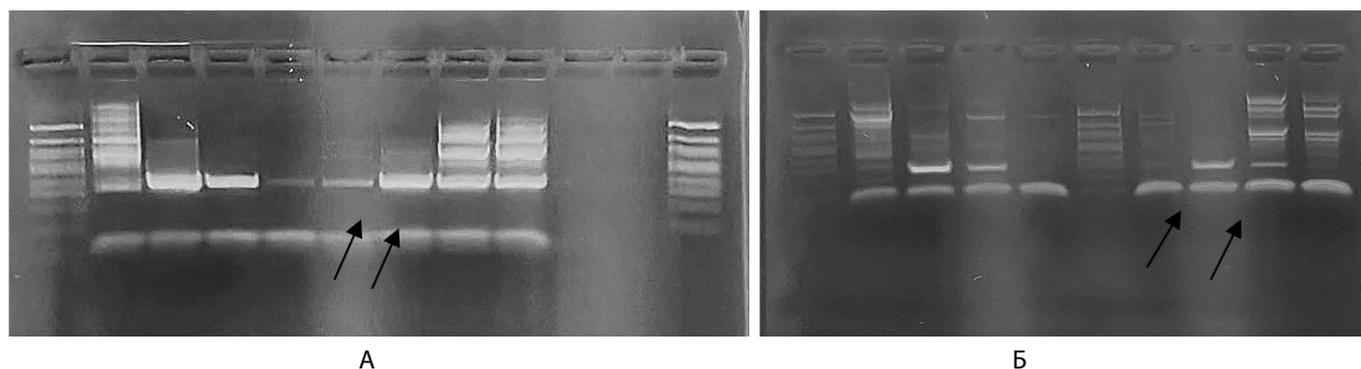


Рис. 4. Профили электрофореза SSR (А - TKS-0003; Б — TKS-0025) для 8 образцов *Taraxacum officinale* (два последних профиля (отмечены стрелками принадлежат образцам одуванчика из одной популяции (высота 470 м над уровнем моря)

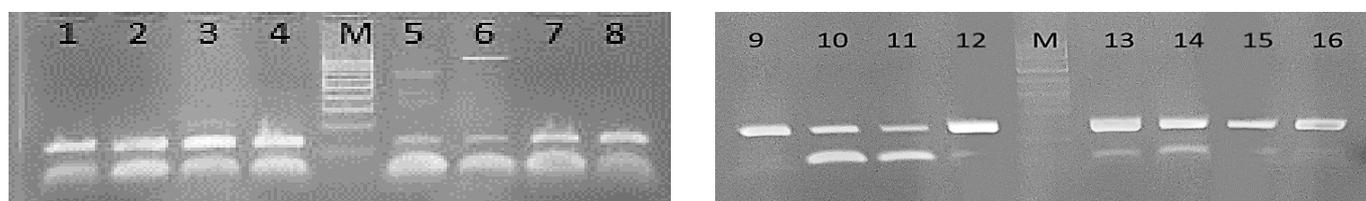


Рис. 5. Профили электрофореза SSR (праймер TKS-0112) для 16 образцов *Taraxacum officinale*. Образцы под номерами 3–6 принадлежат популяции, расположенной на высоте 850–950 м н.у.м., ЧР; 7–16 профили популяций Приэльбрусья (высота 1300–1800 м н.у.м.).

один общий для каждого праймера и уникальные для каждой популяции *Taraxacum* ампликоны. Последние различались по количеству, размерам и степени выраженности.

Всего было обнаружено 40 SSR-локусов. Размер продукта ПЦР варьировал от 110 до 1200 п.н. Средняя частота локусов «чеченских» образцов составила 9 локусов на пару праймеров, варьируя от 2 до 16 локусов. Для растений, собранных на территории КБР, эти показатели составили 6 локусов в среднем на пару праймеров, с вариацией от 1 до 13. При этом наибольшее число ампликонов было получено у равнинных образцов (200–300 м над уровнем моря) от 1 до 11 (рис. 2), в то время как образцы, собранные в горах Приэльбрусья (1300–3000 м над уровнем моря) были в основном мономорфны (рис. 2, 3, 4, 5). Основные показатели разнообразия для популяций ЧР и КБР, состоящих не менее чем из 3 особей, приведены в таблице 3. Полиморфность варьировала от 0% до 93,7%.

Анализ показал, что внутривидовой полиморфизм, доступный для разных молекулярных маркеров, низок при сравнении образцов разных популяций вида. Среди 12 использованных пар праймеров SSR TKS — 0085 давал наибольшее количество амплифицированных

полос (16 из 40 амплифицированных полос), а праймеры TKS — 0025, TKS — 0107, TKS — 0112 (рис. 5) отжигали от 1 до 2 (в одном случае 4) фрагментов.

Результаты анализа внутривидового полиморфизма, полученные для 5 популяций *Taraxacum officinale* из Чеченской Республики, показаны в таблице 4. Наибольший уровень полиморфизма показан для растений, растущих на высоте 800–950 м над уровнем моря (74,3%) и наименее полиморфными оказались растения с высоты 2000–2200 м над уровнем моря.

Уровень обнаруженного полиморфизма популяций одуванчика лекарственного из КБР оказался низким по сравнению с результатами, полученными для популяций ЧР: с 68,7% для популяции одуванчика, собранного на высоте 300 м над уровнем моря до 9,7% для популяции одуванчика, растущего на высоте 1300 м над уровнем моря. При этом доля полиморфности у низинных образцов (№ 1 (высота 200 м над уровнем моря) и № 6 (высота 300–400 м над уровнем моря) была выше, чем у горных популяций (№ 2–5) (табл. 5).

На основе коэффициента сходства Жаккарда была сформирована матрица генетического сходства. Интересно, что размеры общих SSR-локусов, отжигаемого

каждой из 11 пар использованных праймеров, одного из образцов равнинного одуванчика лекарственного (ЧР), по морфологическим признакам полностью соответствующему описанию одуванчика лекарственного существенного отличались (образец 1 на рис. 4), что, вероятнее всего, связаны с тем, что мы здесь имеем дело с другим видом растений. Таким образом, важно для определения вида обязательно использовать генетический анализ. Возможно, в будущем он будет преобразована в стандартную процедуру классификации и будет использоваться для определения эффективных стратегий устойчивого управления генетическими ресурсами растений.

Заключение

Информация о взаимоотношениях между популяциями, полученная на основе анализа изменчивости, распространения и морфологии микросателлитов (SSR), в результате этого исследования, не дает полного представления о генетическом разнообразии между популяциями и внутри популяций на территории Северного Кавказа. Уровень обнаруженного полиморфизма был низким по сравнению с результатами, полученными для других видов [13]. С другой стороны, показана степень генетической дивергенции, обнаруженная между образцами *T. officinale* ЧР

и КБР с использованием SSR- маркеров, заключающаяся практически в отсутствии полиморфизма у растений Приэльбрусья по сравнению с растениями горных областей ЧР. Результаты показывают влияние на изменчивость *Taraxacum* высоты над уровнем моря, что позволяет предположить изоляцию среди исследованных популяций. Различия от среды обитания для дикорастущей флоры были обнаружены в более ранних исследованиях *Camellia sinensis*, *Arachis hypogaea*, рода *Cotoneaster* [9, 17]. В нашем исследовании показано различие между популяциями одуванчика лекарственного различных природно-климатических зон, при этом генетическая изменчивость в низинных популяциях *Taraxacum* оказалась высокой.

Таким образом, все 12 использованных в ходе работы праймеров ТКС можно рассматривать в качестве молекулярно-генетических маркеров, которые могут служить для создания генетического профиля одуванчика лекарственного, насыщения генетических карт. Однако, применение обнаруженных полиморфных продуктов в перечисленных целях, станет возможным только после дополнительного молекулярно-генетического анализа большего числа образцов для подтверждения воспроизводимости наблюдаемых картин и, в случае необходимости, подбора условий, необходимых для воспроизводимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молекулярно-генетическое исследование одуванчика осеннего (*Taraxacum hybernum* Steven) с использованием SSR-, RAPD- и ISSR-маркеров /Б.Р.Кулуев, А.В. Фатерыга, А.Р. Кулуев, Е.В. Михайлова, А.В. Чемерис // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(1) P.102–107
2. Нигматуллина Н.В., Кулуев А.Р., Кулуев Б.Р. Молекулярные маркеры, применяемые для определения генетического разнообразия и видоидентификации дикорастущих растений /Биомика. 2018. Том 10. № 3. С. 290–318
3. Реутова Н.В., Джамбетова П.М. Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg. S.L.) как удобный объект для генетического мониторинга загрязнения окружающей среды. / Экологическая генетика. 2006. Т. 4. № 3. С. 3–6
4. Ahn, Y.H., D.S. Park, K.H. Chung. Analysis of genetic relationship among native *Taraxacum* and naturalized *Taraxacum* species using RAPD. //Environment Ecol. 2003. 17(2). P. 169–176.
5. Ahn, Y.H., K.H. Chung. Analysis of genetic variance among *Taraxacum officinale* growing in each populated areas using RAPD. //Environment and Ecol. 2003. 17(1). P. 27–31.
6. An overview of therapeutic Potentials of *taraxacum officinale* (dandelion): a traditionally valuable herb with a reach historical background. / Jalili C., M. Taghadosi, M. Pazhouhi, F. Bahremand, S.S. Miraghaee, D. Pourmand. //WCRJ. 2020. № 7. P.1–19
7. Christoph R. Molecular differentiation between coexisting species of *Taraxacum* sect. *Erythrosperma* (Asteraceae) from populations in south-east and West Germany. //Linnean Soc. 2004. № 142(1). P.109–117.
8. DNA molecular markers in plant breeding: current status and recent advancements in genomic selection and genome editing. / Nadeem M.A., M.A. Nawaz, M.Q. Shahid, Y. Doğan, G. Comertpay, M. Yıldız, R. Hatipoğlu, F. Ahmad, A. Alsaleh, N. Labhane, H. Özkan, G. Chung, F. Sh. Baloch. // Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2018. № 32(2). P. 261–285. doi: 10.1080/13102818.2017.1400401
9. Genetic Diversity Assessment and Phylogenetic Analysis of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) in RDA Genebank Collection using SSRs. / Jung-Yoon Y, Lee G, Lee J-R, Myung-Chul Kang, Man-Jung Baek, Hyung-Jin Kim, Chung-Kon. //Korean Journal of Plant Resources. 2011. 24. doi:10.7732/kjpr.2011.24.3.272
10. Guo-Liang J. Molecular Markers and Marker-Assisted Breeding in Plants. //Plant Breeding from Laboratories to Fields. //IntechOpen. 2013. doi.10.5772/52583.
11. Harisaranraj R., R. Prasitha, S. Saravana Babu (2008). Analysis of Inter-Species Relationships of *Ocimum* Species Using RAPD Markers. // Ethnobotanical Leaflets. 2008. № 12. — P.609–13.
12. Hulst R.G.M van D, Mes T.H.M., Den Nijs J.C.M. Amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers reveal that population structure of triploid dandelions (*Taraxacum officinale*) exhibits both clonality and recombination. //Molecul. Ecology. 2000. № 9. P.1–8.

13. ISSR variations in eggplant (*Solanum melongena* L.) and related *Solanum* species. Isshiki S, Nakamura I, Ureshino K, Mizanur Md, Khan R. //Scientia Horticulturae. 2008. № 117. P.186–190.
14. Jaihyunk Ryu, Chang-Hyu Bae. Genetic Diversity and Relationship Analysis of Genus *Taraxacum* Accessions Collected in Korea. //Korean Journal of Plant Resources. 2012. № 25(3). P.329–338.
15. Kesari, Vigya et al. Molecular marker-based characterization in candidate plus trees of *Pongamia pinnata*, a potential biodiesel legume. //AoB PLANTS. 2010. plq017. doi.org/10.1093/aobpla/plq017
16. Population genetic structure of the medicinal plant *Vitex rotundifolia* in China: implications for its use and conservation. / Hu Y, Zhu Y, Zhang QY, Xin HL, Qin LP, Lu BR, Rahman K, Zheng HC. //J Integr Plant Biol. 2008. № 50(9). P. 1118–29.
17. Population genetics of the rubber producing Russian dandelion (*Taraxacum kok-saghyz*). /McAssey E.V., Gudger E.G., Zuellig M.P., Burke J.M. //PLoS ONE. 2016. № 11(1). e0146417. doi.org/10.1371/journal.pone.0146417.
18. Ryu J.H., C.H. Bae. Genetic diversity and relationship analysis of *Taraxacum officinale* Weber and *Taraxacum coreanum* Nakai accessions based on inter-simple sequence repeats (ISSR) markers. //Medicinal Crop Sci. 2011. № 19(3). P.149–156.
19. Saini N., Jain N., Jain S. Assessment of genetic diversity within and among Basmati and non-Basmati rice varieties using AFLP, ISSR and SSR markers. // Euphytica. 2004. № 140. P. 133–146. https://doi.org/10.1007/s10681-004-2510-y
20. Shidfar M., S. Keskin, E.M. Khah. RAPD markers reveal genetic variation between *Cichorium spinosum* L. and *Taraxacum* sp.; a substantial medicinal plant of Greece. //Progress in Nutrition. 2018. № 20(1). P. 153–159 doi: 10.23751/pn.v20i1-5.5993
21. The effect of five *Taraxacum* species on in vitro and in vivo antioxidant and antiproliferative activity. / Mingarro D.M., Plaza A., Galán A., Vicente J.A., Martínez M.P., Acero N. //Food & Function. 2015. 6(8). 2787–2793.
22. Wirngo Fonyuy E et al. The Physiological Effects of Dandelion (*Taraxacum Officinale*) in Type 2 Diabetes. //The review of diabetic studies: RDS. 2016. № 13(2–3). P. 113–131

© Джамбетова Петимат Махмудовна (petimat-ig@rambler.ru), Бисултанова Зура Исановна (zura_sun@mail.ru),

Дреева Фатима Робертовна (f.dreeva@mail.ru), Реутова Нина Васильевна (reutova371@mail.ru),

Ацаева Марет Махмудовна (acaeva-mm@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова

СНЕГОВАЯ НАГРУЗКА КАК АБИОТИЧЕСКИЙ ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА СОСТОЯНИЕ ИНТРОДУЦИРОВАННОГО ВИДА ЕЛИ НА ТЕРРИТОРИИ ЕЛИЗОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Доронина Галина Сергеевна

Аспирант, Камчатский государственный
технический университет
galserdor@gmail.com

SNOW LOAD AS AN ABIOTIC FACTOR AFFECTING CONDITION INTRODUCED SPIRIT ON THE TERRITORY OF YELIZOVSKY FORESTRY KAMCHATSKY REGION

G. Doronina

Summary. The Kamchatka Territory is one of the most interesting and unique regions of Russia and its natural complexes are included in the UNESCO World Heritage List. Standard and generally accepted approaches to the use of forests are of little use for the Kamchatka Peninsula. Since 1957, reforestation has been carried out on the territory of the Kamchatka Territory on areas and clearings that have been affected by forest fires. Tree species were introduced into forest cultures outside their natural habitats.

The article presents the results of a scientific study to assess the impact of snow load as an influence of abiotic factors on the state of the introduced Spruce species (*Picea obovata*) on the territory of the Elizovsky forestry of the Kamchatka Territory.

Keywords: spruce, growth, snow cover, state of the stand, fruiting.

Аннотация. Камчатский край является одним из самых интересных и уникальных регионов России и его природные комплексы включены в список Всемирного наследия Юнеско. Стандартные и общепринятые подходы к использованию лесов мало пригодны для Камчатского полуострова. Начиная с 1957 года на территории Камчатского края проводилось лесовосстановление на пройденных лесными пожарами площадях и вырубках. В лесные культуры вводились породы деревьев за пределами естественных ареалов.

В статье приводятся результаты научного исследования по оценке влияния снеговой нагрузки как абиотического фактора, влияющего на состояние интродуцированного вида Ели сибирской (*Picea obovata*) на территории Елизовского лесничества Камчатского края.

Ключевые слова: ель, прирост, снежный покров, снеговая нагрузка, состояние древостоя.

На территории Елизовского лесхоза производились посадки сосны, лиственницы и ели. Выбор высаживаемых пород обуславливался планами по лесовосстановлению и централизованными поступлениями семян.

Ель Сибирская является одним из основополагающих видов на территории Евразии. В 1993 году на территории Елизовского мехлесхоза были проведены посадки Ели Сибирской на площади 2 га в Южном участковом лесничестве на высоте 496 м н/у моря.

До 2018 комплексной оценки практики искусственного лесовосстановления, роста и развития лесных культур интродуцированного вида Ели Сибирской и целесообразности ее введения в культуру не проводилось.

В период с 2018 до 2021 год проведена комплексная оценка состояния лесных культур и определено влияние на интродуценты абиотических и биотических факторов факторов, влияющих на данное состояние, позволило бы дать рекомендации по введению в лесные

культуры интродуцированных видов. Поэтому тема является актуальной.

Цель исследования

Определение влияния снеговой нагрузки как абиотического фактора на состояние интродуцированного вида Ели Сибирской (*Picea obovata*) на территории Елизовского лесничества Камчатского края.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в период с 2018 по 2020 г. на территории Елизовского лесничества Камчатского края на двух лесных участках площадью по 0,5 га. Объектом исследования являлись одновозрастные культуры Ели сибирской (*Picea obovata*), год закладки лесных культур — 1991. Методической основой проведения научно-исследовательских работ являлась «Методология исследований лесных экосистем» [3].

Расчет снеговой нагрузки проведен на основании СП 20.13330.2016 «Свод правил. Нагрузки и воздействия» [1]:

$S_0 = S \cdot C_n \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu \cdot S_g$ (1), где:

S_0 — значение снеговой нагрузки;
 S — площадь поверхности;
 C_n — коэффициент надежности;
 C_e — коэффициент сноса снега;
 C_t — термический коэффициент;
 μ — коэффициент формы;
 S_g — нормативное значение веса снегового покрова, кН/м².

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проведения исследования были заложены две пробные площади: в выделе 6 квартала 20 Южного участкового лесничества и в выделе 19 кв 28 Петропавловского участкового лесничества Елизовского лесничества. Лесные культуры были созданы в 1991 способом посадки 2 — летних сеянцев. В ходе проведения оценки экологического состояния данных лесных культур было установлено, что деревья на второй пробной площади вступили в фазу плодоношения. Наличие шишек или плодов свидетельствует о вступлении отдельных деревьев или всего древостоя в возраст репродукции, о достижении ими физиологической зрелости.

На первой пробной площади деревья находятся в угнетенном состоянии, высота стволов достигает

максимальной высоты не более 80 см, отмечена многовершинность, 70% деревьев приобретают стланиковую форму. Возникает необходимость определить, какие именно факторы оказывают негативное воздействие на древостой и учитывать их при проведении лесовосстановительных работ в дальнейшем.

Одним из абиотических факторов, влияющим на состояние лесных культур, была рассмотрена снеговая нагрузка.

В первые годы жизни лесные культуры особенно подвержены влиянию физических факторов. Снежных покров, несомненно, оказывает положительный фактор в части сохранения тепла и ограничения воздействия низких температур на саженцы. Однако следует учесть, что структура снежного покрова в условиях Камчатского края имеет неоднородный характер. Происходит это прежде всего из-за того, что в связи с циклонической деятельностью, которая приносит теплые воздушные массы из Японского, Южно-Китайского и Желтого морей, являющихся в зимний период основными районами циклогенеза на Российском Дальнем Востоке, в том числе и на Камчатке.

Происходит повышение температуры до +1 +3 градусов ⁰С, осадки выпадают в виде дождя и мокрого снега в передней части циклона. В тыловой части циклона наблюдается понижение температуры и осадки выпадают в виде мягкого снега. Таким образом снежный покров приобретает ярко выраженную слоистость. К апрелю — маю снег уплотняется, образуя наст.

Максимальные высоты снежного покрова отмечаются в марте месяце.

В период с 2018 по 2021 года в период с ноября по июнь проводились контрольные замеры высоты снежного покрова на пробной площади. В результате проведенных контрольных замеров было установлено, что среднее значение высоты снежного покрова за 4 года наблюдений по месяцам составили в ноябре 0,3 м, в декабре 1,7 м, в январе 2,6 м, в феврале 3,5 м, в марте 4,7 м, в апреле 3,6 м, в мае 2,7 м, в июне 0,5 метра. Среднегодовое значение высоты снежного покрова — 2,5 метра.

Для определения снеговой нагрузки, т.е. давления на горизонтальную проекцию площади посадки Ели Сибирской используем формулу (1).

Расчет проведем для площади равной 1 м². В связи с тем, что проекция нагрузки является плоской, коэффициент формы принимаем равным 1. C_e и C_t так же принимаем равным единице. Коэффициент надежно-

сти для грунтов принимаем равный 1.1 в соответствии с пунктом 10.11. [1]. Нормативное значение веса снегового покрова составляет 5,6 (VIII район) [1].

$$S_0 = 1 * 1, 1 * 1 * 1 * 1 * 5, 6 = 6,16 \text{ (кН/м}^2\text{)} \text{ или } 628 \text{ кг.}$$

Таким образом, саженцы ели Сибирской на протяжении 7 месяцев несут постоянную снеговую нагрузку 628 кг на квадратный метр, что является основным фактором, влияющим на формирование (многовершинности в результателома под тяжестью снега основной

вершины), искривления стволов и формирования столбчатой формы.

В ходе проведенного исследования можно сделать вывод, что на экологическое состояние интродуцированного вида Ели сибирской на территории Елизовского лесничества Камчатского края определяющее значение имеет высота снежного покрова как главный абиотический фактор. При дальнейшем выборе площадей лесовосстановления под посадки елей необходимо учитывать высоту снежного покрова.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 20.13330.2016 «Свод правил. Нагрузки и воздействия»
2. Методология исследований лесных экосистем: Методическое пособие/Сост. Е.Н. Пилипко. — Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013. — 103 с.

© Доронина Галина Сергеевна (galserdor@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Петропавловск-Камчатский

DOI 10.37882/2223–2966.2022.08.17

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВРЕДИТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОЖИВЛЕННЫХ МАГИСТРАЛЯХ ГОРОДА МОСКВЫ

SPECIES DIVERSITY OF TREE PLANT PESTS ON BUSY HIGHWAYS OF THE CITY OF MOSCOW

**K. Eremenko
V. Zubkova
A. Gaponenko**

Summary. The data of monitoring of tree plantings at three plantations in North-East Administrative District and South-West Administrative District of the city of Moscow for the period of 2019–2021, located on busy highways of municipal purpose, is presented.

During the study case, pests belonging to 12 bloodlines were identified. On average, over 3 years of research, 39% of trees were affected by leaf-eating insects, 37% by cicadas, 19% by aphids, 18% by spider mites.

Keywords: monitoring, plant resistance, tree species, environmental problems, urban environment, plant diseases and pests.

Еременко Ксения Владимировна

Аспирант, Российский государственный
социальный университет (Москва)
ksenia-land@mail.ru

Зубкова Валентина Михайловна

Д.б.н., профессор, Российский государственный
социальный университет (Москва)
vmzubkova@yandex.ru

Гапоненко Альбина Вячеславовна

К.п.н., доцент, Российский государственный
социальный университет (Москва)
gaponenko69@mail.ru

Аннотация. Приведены данные мониторинга вредителей древесных насаждений, расположенных на оживленных магистралях общегородского назначения в СВАО и ЮЗАО города Москвы за период 2019–2021 гг.

В ходе анализа выявлены вредители, относящиеся к 12 семействам. В среднем за 3 года исследований листогрызущими насекомыми было поражено 39% деревьев, цикадами — 37%, тлями — 19%, паутинным клещиком — 18%.

Ключевые слова: мониторинг, зеленые насаждения, устойчивость растений, вредители растений, повреждение листьев.

Введение

Ввиду быстрого старения древесных растений в урбанизированной среде в сравнении со скоростью смены фаз их онтогенеза в природных экосистемах, вопрос необходимости изучения факторов, которые негативно влияют на насаждения в городских агломерациях, встает очень остро. Кроме того, в этой ситуации важно выработать компенсационные меры [4,9,17].

Изменяющиеся условия урбосреды оказывают большое влияние на фитосанитарное состояние растений [13,19].

В городских зеленых насаждениях сформировался целый комплекс вредителей растений, деятельность которых может существенно ухудшать их эстетические качества, вызывать развитие заболеваний и в конечном итоге приводить к гибели [15,5,18].

Для эффективной защиты растений необходим постоянный мониторинг вредителей, а также прогноз

динамики численности популяций, что возможно только на основе знаний видового состава насекомых и их эколого-биологических особенностей развития. В условиях высокой антропогенной нагрузки преобладают вредители, ведущие скрытый образ жизни (минеры и галлообразователи) и вредители с колюще-сосущим типом ротового аппарата [6,10].

Насекомые-вредители наносят растениям различные типы повреждений, например образование разных по величине, размерам и форме галлов; минирование листовой пластины; объедание, фигурное вырезание и скелетирование листовой пластины и др. Тли, питаясь соками растения, выделяют на поверхность листа липкую сладкую падь, которая нарушает ассимиляционные процессы внутри листа и является питательным субстратом для развития патогенных микромицетов, вызывающих более серьезные повреждения [7].

Тля активно размножается в загущенных насаждениях при оптимальных температурах от 25 до 30°C и может поражать практически все лиственные виды растений. Так как вредитель питается соком растений,

Таблица 1. Видовое разнообразие вредителей на деревьях и кустарниках в городских зеленых насаждениях ЮЗАО города Москвы.*

Виды, год	Ленинский проспект			Площадь Гагарина		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Тли (Aphidoidea)	6/24	6/24	6/24	4/22	3/17	4/22
Листоеды (Chrysomelidae)	14/56	14/56	14/56	6/33	8/44	7/38
Цикадки (Cicadellidae)	12/48	12/48	12/48	10/56	11/61	10/56
Охридский минер (Gracillariidae)	2/8	2/8	2/8	1/6	1/6	1/6
Пилильщики (Tenthredinidae)	1/4	1/4	1/4	1/6	1/6	1/6
Листовертки (Tortricidae)	4/16	4/16	4/16	-	1/6	-
Клещ галловый (Eriophyoidea)	1/4	1/4	1/4	-	-	-
Клещ паутинный (Tetranychidae)	6/25	5/20	5/20	2/11	3/17	3/17
Клещ войлочный (Eriophyoidea)	1/4	-	1/4	-	-	-
Чехликовая моль (Coleophoridae)	1/4	1/4	1/4	1/6	1/6	1/6
Минирующая моль (Lyonetiidae)	1/4	1/4	1/4	-	-	-
Долгоносики (Curculionidae)	2/8	2/8	2/8	1/6	1/6	1/6
Березовый семяед (Curculionidae)	-	-	-	-	1/6	1/6

*В числителе — количество поврежденных видов деревьев, в знаменателе —% от общего количества деревьев и кустарников.

то при наличии развитой корневой системы не может снизить декоративность и жизнеспособность взрослых деревьев, однако может нанести определенный урон саженцам.

Каштановая минирующая моль (охридский минер) впервые была обнаружена в насаждениях каштана в Москве в 2005 году [8]. Обычно в условиях Московского региона охридский минер дает два полноценных поколения, однако изменение температурного режима в сторону увеличения суммы плюсовых температур в весенне-летний сезон позволяет бабочкам совершать третий вылет, тем самым увеличивая численность вредителя [11,12].

В классических городских посадках наблюдается определенный биологический комплекс вредителей и возбудителей заболеваний. Большая часть таких насаждений выработала ряд характерных приспособлений для «жизни в каменных джунглях». В частности, имеются в виду места зимовки, особенности окукливания, временной сдвиг определенных фаз развития и прочее [1,3,14].

К числу наиболее подходящих способов борьбы с вредителями стоит отнести методы профилактики, которые, прежде всего, не допустят размножения возбудителей болезней, а также эффективно повысят биологическую устойчивость посадок ко внешним воздействиям различного рода. Этому способствуют агротехнические мероприятия и усиленное развитие биологических методов [2,16].

Цель

Целью исследования явился мониторинг видового состава вредителей деревьев оживленных магистралей общегородского назначения города Москвы.

Методы

Исследования численности вредителей растений проведены в условиях урбанизированного ландшафта с различным типом озеленения и уровнем антропогенной нагрузки, связанной с разной интенсивностью движения транспорта, наличием автомагистралей, жилых построек.

Объектами исследования явились различные виды древесных растений, большинство из которых относятся к лиственным. В ЮЗАО города Москвы обследовано 25 видов растений на Ленинском проспекте, 18-площади Гагарина; в СВАО - по 15-в сквере Алексеевская горка и сквере по Малыгинскому проспекту, 14-в предпарковой зоне ВДНХ, 13-на Аллее героев космоса, 4-проспекте Мира. Данные улицы являются оживленными магистралями общегородского назначения, роль которых-обеспечивать связь общественного центра с промышленными и транспортными районами, а также магистральными улицами непрерывного движения с устройством пересечений с другими улицами в одном уровне.

В вегетационные периоды растений в 2019–2021 гг. проводили отбор проб листьев с повреждениями и определяли видовую принадлежность вредителей.

Таблица 2. Видовое разнообразие вредителей на деревьях и кустарниках в городских зеленых насаждениях СВАО города Москвы.*

Адресный ориентир	Клещ паутинный (Tetranychidae)	Пилльщики (Tenthredinidae)	Тли (Aphidoidea)	Цикадки (Cicadellidae)	Елово-лиственный жермес (Adelgidae)	Охридский минер (Gracillariidae)	Минирующая моль (Lyonetiidae)	Чехликовая моль (Coleophoridae)	Долгоносики (Curculionidae)
2019									
Пр. Мира	1/25	1/25	-	-	-	-	1/25	-	-
Аллея героев Космоса	2/15	1/8	2/15	6/46	1/8	-	-	3/23	-
ВДНХ	2/14	-	1/7	5/36	1/7	1/7	-	1/7	1/7
Сквер по Малыгинскому проезду	4/27	-	1/7	4/27	-	-	2/13	9/60	4/27
Алексеевская горка	3/20	1/7	1/7	6/40	-	-	-	-	-
2020									
Пр. Мира	1/25	1/25	-	-	-	-	2/50	-	-
Аллея героев Космоса	1/8	1/8	2/15	4/31	1/8	1/7	-	5/38	-
ВДНХ	2/14	-	4/28	3/21	1/7	1/7	-	3/21	1/7
Сквер по Малыгинскому проезду	4/27	-	3/20	4/27	-	-	2/13	10/60	2/13
Алексеевская горка	2/13	1/7	5/33	3/20	1/7	1/7	-	3/20	-
2021									
Пр. Мира	1/25	1/25	-	-	-	-	2/50	-	-
Аллея героев Космоса	1/8	1/8	2/15	4/31	1/8	1/7	-	6/46	-
ВДНХ	2/14	-	3/21	3/21	1/7	1/7	-	4/27	1/7
Сквер по Малыгинскому проезду	3/20	-	3/20	3/20	-	-	1/7	10/60	3/20
Алексеевская горка	2/13	1/7	4/28	3/20	1/7	1/7	-	4/28	-

*В числителе — количество поврежденных видов деревьев, в знаменателе —% от общего количества деревьев и кустарников.

Москва — город с умеренно-континентальным климатом, однако степень его континентальности, в сравнении с прочими мегаполисами Европы, на порядок выше. Наибольшая величина годовой амплитуды перепада температуры в Москве зафиксирована на уровне 28 градусов. Для города характерны довольно суровые и продолжительные зимы.

Метеоусловия в годы проведения исследований в целом не отличались от среднесезонных. Однако следует отметить большее количество осадков в период вегетации 2020 года и более высокие температуры в 2021 году.

Результаты и обсуждение

На исследуемых объектах ЮЗАО города Москвы обнаружены вредители следующих семейств-Chrysomelidae, Cicadellidae, Aphidoidea, Tetranychidae, Tortricidae, Gracillariidae, Eriophyoidea, Coleophoridae, Lyonetiidae, Curculionidae (табл. 1).

Древесные растения, произрастающие на объектах СВАО города Москвы повреждены насекомыми таких семействами, как- Tetranychidae, Tenthredinidae, Aphidoidea, Cicadellidae, Adelgidae, Gracillariidae,

Lyonetiidae, Coleophoridae, Chrysomelidae, Curculionidae (табл. 2).

По степени повреждения деревьев в среднем за 3 года наиболее распространенные группы насекомых можно расположить в следующий ряд: Ленинский проспект — Chrysomelidae > Cicadellidae > Aphidoidea > Tetranychidae > Tortricidae; Площадь Гагарина — Cicadellidae > Chrysomelidae > Aphidoidea > Tetranychidae; Проспект Мира — Lyonetiidae > Tetranychidae > Tenthredinidae; сквер Аллея Героев космоса — Cicadellidae = Chrysomelidae > Tetranychidae; предпарковая зона ВДНХ — Cicadellidae > Chrysomelidae = Aphidoidea > паутиный клещ Tetranychidae; сквер по Малыгинскому проезду — Chrysomelidae > Cicadellidae = Curculionidae; сквер Алексеевская горка — Cicadellidae > Aphidoidea > Tetranychidae = Chrysomelidae.

Наиболее распространенными вредителями деревьев на Ленинском проспекте и в сквере на Малыгинском проезде во все годы исследований оказались листогрызущие насекомые. Ими повреждено в среднем за 3 года соответственно 56% и 60% деревьев. Цикадка повреждалась 35% деревьев в парке Аллея Героев космоса, 48 — на Ленинском проспекте, 58% — на площади Гагарина

Тли доминировали в сквере Алексеевская горка — 23%. Необходимо отметить, что на всех исследуемых объектах СВАО города Москвы зафиксировано наличие паутиного клеща, при этом наибольшее количество этих насекомых выявлено на проспекте Мира — 31%. На проспекте Мира замечены также пилильщики и минирующая моль. Кроме того, на объектах озеленения, где произрастают растения рода Ива (*Salix*) каждый год отмечено наличие ивового трехлучевого клещика (*Eriophystriradiatus*).

В целом из исследуемого количества древесных насаждений в СВАО и ЮЗАО в среднем за 3 года листогрызущими насекомыми было поражено 39% деревьев, цикадками — 37%, тлями — 19%, паутиным клещиком — 18%.

Заключение

Таким образом, в ЮЗАО и СВАО города Москвы на оживленных автомагистралях обнаружены вредители зеленых насаждений — 11 и 8 семейств, соответственно.

На всех исследуемых участках по распространенности лидируют вредители, относящиеся к семействам Chrysomelidae и Cicadellidae.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов Д.А. Защита растений как неотъемлемая часть комплекса работ на объектах ландшафтной архитектуры, на примере части насаждений лесопарков северо-западного административного округа города Москвы / Александров П.С // «Academy». 2020. — № 12 — С. 25.
2. Горленко С.В. Важнейшие задачи в области защиты интродуцентов от патогенных организмов // Микология и фитопатология. — 1984. — Т. 18. — Вып. 1. — С. 62–66.
3. Груздев Г.С. Защита зеленых насаждений в городах: Справочник / Груздев Г.С., Л.А. Дорожкина, С.А. Петриченко; — М.: Стройиздат, 1990—544 с.
4. Драчева Н.В. Эколого-фитосанитарный анализ и особенности жизненного состояния древесных растений в насаждениях г. Самары: Автореф. канд. дис. биол.н.:03.02.08 / Драчева Наталия Валериевна; Тольятти, 2011. — 20 с.
5. Еременко К.В. Особенности растений рода *Salix* в накоплении тяжелых металлов (ТМ) / Еременко К.В., Зубкова В.М. // Евразийский Союз Ученых, серия: медицинские, биологические и химические науки. — 2022. — № 1 (94) — С. 39–43.
6. Жоров Д.Г., Инвазивные сосущие вредители, требующие мониторинга популяций в декоративных зеленых насаждениях крупных городов Беларуси / Д.Г. Жоров, С.В. Буга // Сборник материалов XX Международного научно-практического форума «Проблемы озеленения крупных городов»: Сборник материалов форума в рамках Международной выставки «Цветы-2018», Москва, ВДНХ, 12–13 сентября 2018 года. — Москва, ВДНХ: Издательство «Перо». — 2018. — С. 146–147.
7. Каплич В.М. Эколого-фаунистическая оценка насекомых-вредителей городских зеленых насаждений Северного и Северо-Центрального районов интродукции Беларуси / В.М. Каплич, А.Д. Власенко // Труды БГУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. — 2021. — № 1(240). — С. 79–87.
8. Крюкова А.В. Вредоносность каштановой минирующей моли в Псковской области / Крюкова А.В., Николаева З.В. // Известия Великолукской ГСХА. — 2018. — № 1. С. 2–7.
9. Латанов А.А. Мониторинг состояния насаждений г. Одинцово Московской области / А.А. Латанов // Вестн. Моск. гос. ун-та леса — Лесной вестник. М.: МГУЛ. — 2008 — № 1 (58). С. 164–167.
10. Орлова-Беньковская М.Я. Европейский ареал жука *agrilusplanipennis* (Coleoptera: Upretidae) расширяется: зона массовой гибели ясеня охватила Северо-Западное Подмоскowie и часть Тверской области // Российский Журнал Биологических Инвазий. — 2013. — № 4. — С. 49–57.
11. Татарников, Д.В. Старовозрастные древостои Серебряноборского лесничества [Электронный ресурс] / Д.В. Татарников, Ю.Г. Львов // Лесхоз. информ.: электрон. сетевой журн. — 2019. — № 4. — С. 79–86. URL: <http://lhi.vniilm.ru/> (дата обращения: 16.02.2022).
12. Трибель С.А. Мониторинг каштановой минирующей моли / Трибель С.А., Гаманова О.Н. // Защита и карантин растений. — 2009. — № 9. С. 45–47.

13. Ходачек О.А. Количественная оценка воздействия стрессовых факторов на лесные экосистемы: методика и объекты / Ходачек О.А., Селиховкин А.В. // IX Чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы, и их роль в лесных экосистемах. Материалы международной конференции, СанктПетербург, 23–25 ноября 2016 г. Под ред. Д.Л. Мусолина и А.В. Селиховкина. СПб.: СПбГЛТУ.— 2016. -С.— 113.
14. Щуров В.И. и др. Вредители и болезни древесных растений России // Матер. Междунар. конф., 25–27 нояб. 2013 г., СПб.: СПбГЛТУ.— 2013.-С. 136.
15. Eremenko K.V. Monitoring of diseases and pests of tree plantations in the north-eastern administrative district of Moscow / Eremenko K.V., Zubkova V.M.// Process management and scientific developments, part 1//Melbourne. — 2021. — P.—106–113.
16. Jucker C., Lupi D. Exotic insects in Italy: An overview on their environmental impact // The Importance of Biological Interactions in the Study of Biodiversity. J. Lopez-Pujol (Ed.), 2011. InTech, P.-51–71.
17. Knight K.S., Brown J.P.R., Long P. Factors affecting the survival of ash (*Fraxinus* spp.) trees infested by emerald ash borer (*Agrilus planipennis*) // Biological Invasions. 2013. V. 15. № 2. P. 371–383.
18. Queloz V., Grunig C.R., Berndt R., Kowalski T., Sieber T.N., Holdenrieder O. Cryptic speciation in *Hymenoscyphus albidus*. Forest Pathology. 2011. 41 (2): 133–142.
19. Varela E., Jacobsen J., Mavsar R. Social demand for multiple benefits provided by Aleppo pine forest management in Catalonia, Spain / Regional Environmental Change, 2017. Vol.17, № 2. — P. 539–550.

© Еременко Ксения Владимировна (ksenia-land@mail.ru),

Зубкова Валентина Михайловна (vmzubkova@yandex.ru), Гапоненко Альбина Вячеславовна (garonenko69@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский государственный социальный университет

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОГО КИСЛОРОДА, АРГОНА И АЗОТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

OPTIMIZATION OF THE OPERATION OF THE DISTILLATION COLUMN PRODUCTION OF LIQUID OXYGEN, ARGON AND NITROGEN UNDER DIFFERENT MODES OF FUNCTIONING

**F. Alekperli
S. Asgarova**

Summary. The article considers the determination of the optimal operation of the main apparatus — the distillation column for the production of oxygen, argon and nitrogen. The main purpose of the study is to determine the optimal modes of operation of the column. Production, depending on the needs of the product(s), operates in one of four modes — nitrogen mode, oxygen mode, oxygen-argon mode and oxygen-argon-nitrogen mode. The novelty of the work is the formulation and solution of scalar and vectorial optimization problems in all modes of operation of the distillation column. The article uses methods of identification, defasification and optimization. The optimal operating mode of the column is determined on the basis of deterministic equivalents of fuzzy Mamdani-type models obtained with the help of experts. The practical significance of the work is to improve the quality of production products. Examples of setting and solving optimization problems for all modes of production are given.

Keywords: multi-criteria optimization, fuzzy models, defasification, weight coefficients, operating mode.

Алекперли Фазин Азин оглы

*Д.т.н., профессор, Сумгаитский государственный университет (г. Сумгаит)
fazlf_50@mail.ru*

Аскерова Сахила Фаил кызы

*Диссертант, Сумгаитский государственный университет (г. Сумгаит)
sahile74@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается определение оптимальной работы основного аппарата — ректификационной колонны производства кислорода, аргона и азота. Основная цель исследования — определение оптимальных режимов работы колонной. Производство, в зависимости от потребности продукта (продуктов), работает в одном из четырех режимов — режим азота, режим кислорода, режим кислорода-аргона и режим кислорода-аргона-азота. Новизной работы является постановка и решения задач скалярных и векториальных задач оптимизации во всех режимах работы ректификационной колонны. В статье использованы методы идентификации, дефазификации и оптимизации. Оптимальный режим работы колонны определяется на основе детерминированных эквивалентов нечетких моделей типа Мамдани, полученных с помощью экспертов. Практическая значимость работы заключается в улучшении качества продуктов во время производства. Приводятся примеры постановки и решения задач оптимизации для всех режимов работы производства.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, нечеткие модели, дефазификация, весовые коэффициенты, режим работы.

Введение

Продукты производства применяются в различных областях, в частности кислород применяется в производстве стали, пластмассы, текстиля, в жизнеобеспечении самолетов, подводных кораблей, аргон применяется в основном для создания инертной и защитной среды, азот — в медицине, в производстве взрывчатых устройств и т.д. Таким образом, получение чистых продуктов имеет большое значение. Чистота продуктов определяется определением и соблюдением оптимального технологического регламента производства. В связи с этим задачи, рассмотренные в настоящей статье, представляют, как научное, так и практическое значение.

Краткое описание технологического процесса производства

Топологическая схема производства жидкого кислорода, аргона и азота завода технических газов (ЗТГ) Сумгаитского Технологического Парка (СТП) представлена на рис. 1.

Сырье производства — атмосферный воздух, проходя через воздушный фильтр 1, очищается от механических веществ. В блоке 2 осуществляется очистка от различных примесей, в частности от масел и влажности, сушка, охлаждение и сжатие воздуха. Жидкий воздух поступает в блок ректификационных колонн 3 и 4, в котором получают такие целевые продукты, как

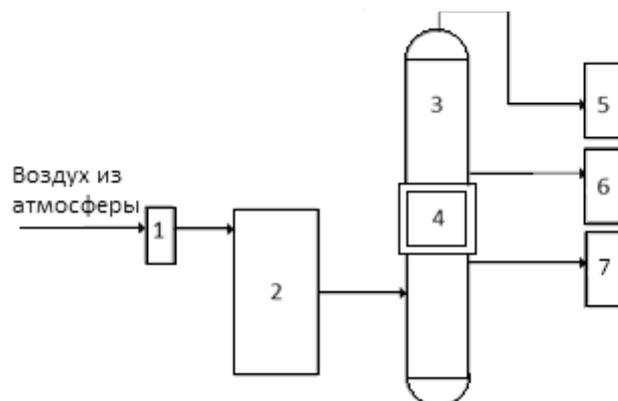


Рис. 1. Топологическая схема производства жидкого кислорода, аргона и азота
 1 — воздушный фильтр, 2 — блок очистки, сушки, охлаждения и сжатия воздуха,
 3 — ректификационная колонна, 4-промежуточная колонна, 5,6,7- емкости жидких продуктов

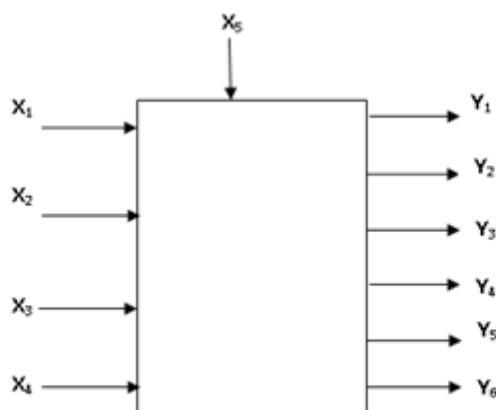


Рис. 2. Абстрагированная структура производства

кислород, аргон и азот, далее они поступают в соответствующие емкости 4, 5 и 6.

Основными показателями производства являются выходы и степени чистоты целевых продуктов, которые в большей степени зависят от технологического режима блока ректификационных колонн и давления воздушного фильтра, которые зависят от степени загрязнения фильтра. В рис. 2 представлена абстрагированная структура производства как объект оптимизации. На рисунке:

x_1 — температура жидкого воздуха на входе блока ректификации ($-200 \div -180$ °C);

x_2 — уровень кубового продукта в колонне 3 ($23 \div 30$ мбар);

x_3 — давление в колонне ($2.5 \div 6$ бар);

x_4 — уровень в промежуточной колонне ($70 \div 120$ мбар);

x_5 — давление воздушного фильтра ($-0.07 \div -0.01$ мбар);

y_1 — выход аргона ($15 \div 23 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}$);

y_2 — степень чистоты аргона ($99.55 \div 99.99\%$);

y_3 — выход азота ($500 \div 550 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}$);

y_4 — степень чистоты азота ($99.55 \div 99.99\%$);

y_5 — выход кислорода ($450 \div 600 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}$);

y_6 — степень чистоты кислорода ($99.55 \div 99.99\%$).

В зависимости от потребности того или иного продукта, производство может осуществляться в одном из следующих режимах: 1. Режим азота; 2. Режим кислорода; 3. Режим кислорода-аргона; 4. Режим кислорода-аргона-азота.

Необходимый режим работы производства обеспечивается технологическими изменениями [7].

Задача ОПТИМИЗАЦИИ

Задача оптимизации заключается в определении технологического режима, обеспечивающего наилучшего значения выбранного критерия или наилучших значений выбранных критериев в зависимости от режима работы производства и степени загрязнения воздушного фильтра.

Задачи режимов азота и кислорода представляют собой скалярные оптимизации, а задачи режимов кислорода-аргона и кислорода-аргона-азота векториальные (многокритериальные) оптимизации. Эти задачи математически можно сформулировать нижеследующими образами:

Задача оптимизации режима азота

$$\begin{aligned} y_3 &= f_3(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \rightarrow \max \\ y_1 &= f_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{1min} \\ y_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{2min} \\ y_4 &= f_4(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{4min} \\ y_5 &= f_5(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{5min} \\ y_6 &= f_6(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{6min} \\ x_{1min} &\leq x_1 \leq x_{1max} \\ x_{2min} &\leq x_2 \leq x_{2max} \\ x_{3min} &\leq x_3 \leq x_{3max} \\ x_{4min} &\leq x_4 \leq x_{4max} \\ x_5 &= x_5^0 \end{aligned}$$

Задача оптимизации режима кислорода

$$\begin{aligned} y_5 &= f_5(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \rightarrow \max \\ y_1 &= f_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{1min} \\ y_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{2min} \\ y_3 &= f_3(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{3min} \\ y_4 &= f_4(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{4min} \\ y_6 &= f_6(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{6min} \\ x_{1min} &\leq x_1 \leq x_{1max} \\ x_{2min} &\leq x_2 \leq x_{2max} \\ x_{3min} &\leq x_3 \leq x_{3max} \\ x_{4min} &\leq x_4 \leq x_{4max} \\ x_5 &= x_5^0 \end{aligned}$$

Задача режима кислорода-азота

$$\begin{aligned} Y_{3,5} &= \left| \frac{y_3}{y_5} \right| \rightarrow \max \\ y_1 &= f_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{1min} \\ y_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{2min} \\ y_4 &= f_4(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{4min} \\ y_6 &= f_6(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{6min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{1min} &\leq x_1 \leq x_{1max} \\ x_{2min} &\leq x_2 \leq x_{2max} \\ x_{3min} &\leq x_3 \leq x_{3max} \\ x_{4min} &\leq x_4 \leq x_{4max} \\ x_5 &= x_5^0 \end{aligned}$$

Задача режима кислорода-азота-аргона

$$\begin{aligned} Y_{3,5} &= \left| \frac{y_3}{y_5} \right| \rightarrow \max \\ y_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{2min} \\ y_4 &= f_4(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{4min} \\ y_6 &= f_6(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \geq y_{6min} \\ x_{1min} &\leq x_1 \leq x_{1max} \\ x_{2min} &\leq x_2 \leq x_{2max} \\ x_{3min} &\leq x_3 \leq x_{3max} \\ x_{4min} &\leq x_4 \leq x_{4max} \\ x_5 &= x_5^0 \end{aligned}$$

Идентификация математических моделей

При управлении производством технологический персонал в основном использует не числовые, а лингвистические данные. Это обстоятельство позволило составлять нечеткие модели процесса в виде продукции, т.е. модели типа Мамдани. С помощью экспертов — технологического персонала для всех входных и выходных перемен определены три лингвистические значения, такие как *ниже нормы (нн)*, *норма (н)* и *выше нормы (вн)*. Так как количество продукции определяется количеством входных переменных и их лингвистическими значениями, составлены продукции в количестве $N=3^5=243$ [2]. Таким образом, вышеприведенные задачи являются нечеткими задачами оптимизации. Одним из методов решения нечетких задач оптимизации является переход к их детерминированным эквивалентам [3]. С этой целью с помощью пакета Matlab составлена функция принадлежности для всех лингвистических значений перемен [5]. Используя функцию принадлежности методом «Центр тяжести» [4] дефазификации, вычислены численные эквиваленты всех лингвистических значений. Заменив лингвистические значения перемен соответствующими детерминированными эквивалентами во всех продуктах, получена таблица «статистических данных». На основе этих данных методом наименьших квадратов были сформулированы следующие детерминированные модели:

$$\begin{aligned} y_1 &= -12.92 - 0.176x_1 + 0.12x_2 + 0.06x_3 - 0.0041x_4 - 10.35x_5 \\ y_2 &= 98.61 - 0.001x_1 + 0.027x_2 - 0.008x_3 + 0.002x_4 - 6.73x_5 \\ y_3 &= 379.25 - 0.54x_1 - 0.159x_2 + 4.368x_3 + 0.204x_4 - 0.116x_5 \\ y_4 &= 98.89 - 0.004x_1 + 0.003x_2 + 0.006x_3 - 0.001x_4 - 8.876x_5 \\ y_5 &= 597.77 + 0.139x_1 - 1.719x_2 - 4.21x_3 + 0.0472x_4 - 10.828x_5 \\ y_6 &= 97.02 - 0.01x_1 + 0.011x_2 + 0.012x_3 + 0.0014x_4 - 18.92x_5 \end{aligned}$$

Постановка и решение скалярных задач оптимизации

Постановка задачи режима азота имеет нижеуказанные формулы:

$$y_3 = 379.25 - 0.54x_1 - 0.159x_2 + 4.368x_3 + 0.204x_4 - 0.116x_5 \rightarrow \max$$

$$y_1 = -12.92 - 0.176x_1 + 0.12x_2 + 0.06x_3 - 0.0041x_4 - 10.35x_5 \geq 15$$

$$y_2 = 98.61 - 0.001x_1 + 0.027x_2 - 0.008x_3 + 0.002x_4 - 6.73x_5 \geq 99.55$$

$$y_4 = 98.89 - 0.004x_1 + 0.003x_2 + 0.006x_3 - 0.001x_4 - 8.876x_5 \geq 99.55$$

$$y_5 = 597.77 + 0.139x_1 - 1.719x_2 - 4.21x_3 + 0.0472x_4 - 10.828x_5 \geq 450$$

$$y_6 = 97.02 - 0.01x_1 + 0.011x_2 + 0.012x_3 + 0.0014x_4 - 18.92x_5 \geq 99.55$$

$$-200 \leq x_1 \leq -180$$

$$23 \leq x_2 \leq 30$$

$$2.5 \leq x_3 \leq 6$$

$$70 \leq x_4 \leq 120$$

$$x_5 = -0.03$$

Результаты решения задачи оптимизации режима азота:

$$x_{1opt} = -200 \text{ }^\circ\text{Ц}; x_{2opt} = 23 \text{ мбар};$$

$$x_{3opt} = 6 \text{ бар}; x_{4opt} = 120 \text{ мбар};$$

$$y_1 = 20.8 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_2 = 99.82\%;$$

$$y_3 = 534.3 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_4 = 99.94\%;$$

$$y_5 = 511.2 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_6 = 99.99\%.$$

Постановка задачи режима кислорода:

$$y_5 = 597.77 + 0.139x_1 - 1.719x_2 - 4.21x_3 + 0.0472x_4 - 10.828x_5 \rightarrow \max$$

$$y_1 = -12.92 - 0.176x_1 + 0.12x_2 + 0.06x_3 - 0.0041x_4 - 10.35x_5 \geq 15$$

$$y_2 = 98.61 - 0.001x_1 + 0.027x_2 - 0.008x_3 + 0.002x_4 - 6.73x_5 \geq 99.55$$

$$y_3 = 379.25 - 0.54x_1 - 0.159x_2 + 4.368x_3 + 0.204x_4 - 0.116x_5 \geq 500$$

$$y_4 = 98.89 - 0.004x_1 + 0.003x_2 + 0.006x_3 - 0.001x_4 - 8.876x_5 \geq 99.55$$

$$y_6 = 97.02 - 0.01x_1 + 0.011x_2 + 0.012x_3 + 0.0014x_4 - 18.92x_5 \geq 99.55$$

$$-200 \leq x_1 \leq -180$$

$$23 \leq x_2 \leq 30$$

$$2.5 \leq x_3 \leq 6$$

$$70 \leq x_4 \leq 120$$

$$x_5 = -0.03$$

Результаты решения задачи оптимизации режима кислорода:

$$x_{1opt} = -180 \text{ }^\circ\text{Ц}; x_{2opt} = 23 \text{ мбар};$$

$$x_{3opt} = 2.5 \text{ бар}; x_{4opt} = 120 \text{ мбар};$$

$$y_1 = 17.06 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_2 = 99.83\%;$$

$$y_3 = 508.2 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_4 = 99.84\%;$$

$$y_5 = 528.7 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_6 = 99.84\%.$$

Постановка и решение векториальных задач оптимизации

Одним из способов решения векториальной задачи с критерием

$$Y = \begin{vmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{vmatrix} \rightarrow \max$$

является приведение векториальной задачи к скалярной с помощью критерия

$$Y = \lambda_1 y_1 + \lambda_2 y_2 + \dots + \lambda_n y_n \rightarrow \max,$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ весовые коэффициенты, которые отвечают условиям $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ [5].

Весовые коэффициенты можно определять различными способами [6]. Здесь используются следующие способы определения весовых коэффициентов [1]:

1. осуществляются максимизация по всем частным критериям при выполнении всех функциональных ограничений, и составляется таблица 1.

Таблица 1.

	y_1	y_2	...	y_n
y_1	y_{1max}	y_{21}	...	y_{n1}
y_2	y_{12}	y_{2max}	...	y_{n2}
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots
y_n	y_{1n}	y_{2n}	...	y_{nmax}

Таблица 2.

	v_1	v_2	...	v_n
v_1	1	v_{21}	...	v_{n1}
v_2	v_{12}	1	...	v_{n2}
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots
v_n	v_{1n}	v_{2n}	...	1
$\sigma_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij}$	σ_1	σ_2	...	σ_n

Здесь y_{ij} — значение критерий y_i по максимизации y_j ;

- на основе данных таб. 1, которых можно представить по формуле

$$v_j = \frac{y_j - y_{i \min}}{y_{i \max} - y_{i \min}}$$

составляется таблица 2.

$y_{i \min}$ — определяется в результате минимизации по частным критериям.

- Используя данные, которые указаны на таб.2 по формулам

$$\frac{\lambda_i}{\lambda_j} = \frac{\sigma_i}{\sigma_j} \text{ и } \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

определяются весовые коэффициенты λ_i .

Приведенными выше способами получены следующие весовые коэффициенты для:

- режима кислорода-аргона
 $\lambda_3 = 0.592, \lambda_5 = 0.408$;
- режима кислорода-аргона-азота
 $\lambda_1 = 0.258, \lambda_3 = 0.378, \lambda_5 = 0.364$.

Таким образом, постановка и решение задач оптимизации режимов кислорода-аргона и кислорода-аргона-азота можно определить следующим образом:

Задача оптимизации режима кислорода-аргона

$$y_{3,5} = 468.4 - 0.263x_1 - 0.7955x_2 + 0.868x_3 + 0.14x_4 - 4.4865x_5 \rightarrow \max$$

$$y_1 = -12.92 - 0.176x_1 + 0.12x_2 + 0.06x_3 - 0.0041x_4 - 10.35x_5 \geq 15$$

$$y_2 = 98.61 - 0.001x_1 + 0.027x_2 - 0.008x_3 + 0.002x_4 - 6.73x_5 \geq 99.55$$

$$y_4 = 98.89 - 0.004x_1 + 0.003x_2 + 0.006x_3 - 0.001x_4 - 8.876x_5 \geq 99.55$$

$$y_6 = 97.02 - 0.01x_1 + 0.011x_2 + 0.012x_3 + 0.0014x_4 - 18.92x_5 \geq 99.55$$

$$-200 \leq x_1 \leq -180$$

$$\begin{aligned} 23 \leq x_2 \leq 30 \\ 2.5 \leq x_3 \leq 6 \\ 70 \leq x_4 \leq 120 \\ x_5 = -0.03 \end{aligned}$$

Результаты решения задачи оптимизации режима кислорода-аргона:

$$x_{1opt} = -200 \text{ }^\circ\text{C}; x_{2opt} = 23 \text{ мбар};$$

$$x_{3opt} = 6 \text{ бар}; x_{4opt} = 120 \text{ мбар};$$

$$y_1 = 15.3 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_2 = 98.58\%;$$

$$y_3 = 541.6 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_4 = 99.8\%;$$

$$y_5 = 590.2 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_6 = 99.57\%.$$

Задача оптимизации режима кислорода-аргона-азота

$$Y_{1,3,5} = 357.61 - 0.1989x_1 - 0.6549x_2 + 0.1341x_3 + 0.0837x_4 - 6.66x_5 \rightarrow \max$$

$$y_2 = 98.61 - 0.001x_1 + 0.027x_2 - 0.008x_3 + 0.002x_4 - 6.73x_5 \geq 99.55$$

$$y_4 = 98.89 - 0.004x_1 + 0.003x_2 + 0.006x_3 - 0.001x_4 - 8.876x_5 \geq 99.55$$

$$y_6 = 97.02 - 0.01x_1 + 0.011x_2 + 0.012x_3 + 0.0014x_4 - 18.92x_5 \geq 99.55$$

$$-200 \leq x_1 \leq -180$$

$$23 \leq x_2 \leq 30$$

$$2.5 \leq x_3 \leq 6$$

$$\begin{aligned} 70 \leq x_4 \leq 120 \\ x_5 = -0.03 \end{aligned}$$

Результаты решения задачи оптимизации режима кислорода-аргона-азота:

$$x_{1opt} = -200 \text{ }^\circ\text{C}; x_{2opt} = 23 \text{ мбар};$$

$$x_{3opt} = 6 \text{ бар}; x_{4opt} = 120 \text{ мбар};$$

$$y_1 = 15.3 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_2 = 98.58\%;$$

$$y_3 = 541.6 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_4 = 99.8\%;$$

$$y_5 = 590.2 \frac{\text{Нм}^3}{\text{час}}; y_6 = 99.57\%.$$

Выводы

Приведено описание производства кислорода-аргона и азота, где указывается что оно в зависимости от потребности того или иного продукта (или продуктов) работает в различных режимах, которые устанавливаются технологическими способами. При этом разработчиками производства определен единый технологический регламент. Учитывая данный фактор, поставлены, и решены задачи оптимизации для каждого режима производства. Для этой цели составлены нечеткие модели типа Мамдани, с помощью метода «Центр тяжести» дефазификации получены эквивалентные детерминированные линейные модели.

Многокритериальные задачи с применением весовых коэффициентов приводятся к скалярным задачам. Задачи решены симплекс методом линейного программирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банаюн Р., Ларичев О., Монгльфе Ж. и др. Линейное программирование с многими критериями. Метод ограничений // Автоматика и телемеханика, 1971, № 8. С. 108–115.
2. Алекперли Ф.А., Аскерова С.Ф. Получение нечеткой модели производства азота, аргона и кислорода на заводе технических газов // «Прикладная наука как инструмент развития нефтехимических производств». Международной научно-технической конференции. УФА: Издательство УГНТУ. 2017. С. 187–189.
3. Гардашева Л.А. Нечеткая многокритериальная оптимизация на основе линейного программирования // Известия ЮФУ. Технические науки. 2009. № 5 (94). С. 122–127.
4. Дефазификация. [Электронный ресурс]: URL: https://studopedia.su/8_7091_defazzifikatsiya.html (Дата обращения: 12.04.2022).
5. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург. 2003. 262 с.
6. Петрова Н.С. Методы определения весовых коэффициентов при согласовании результатов оценки // Государственное и муниципальное управление в XXI веке: теория, методология, практика. 2016. № 21. С. 96–100.
7. Технологическая инструкция производства жидкого кислорода, азота и аргона на установке «ONAL-500 TC» (STP-ТТ/29–01). Сумгаит. 2013.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОСИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИНТЕРНЕТА МЕДИЦИНСКИХ ВЕЩЕЙ (IOMT)

DESIGN OF WEARABLE EQUIPMENT FOR THE INTERNET OF MEDICAL THINGS (IOMT)

*AL-Nasrawi Faris Hazim abdul sada
Yu. Tomashevsky*

Summary. It is noted that healthcare is the fastest growing segment of IoT, associated with a noticeable increase in the production of clinical and non-clinical connected wearable sensors. In this regard, it is extremely important for everyone who works on wearable devices to have a general idea of how they function, how they were developed, their significance and what factors were taken into account when developing hardware. The hardware components necessary for the development of wearable devices that are used on the Internet of Medical Things and designed to monitor patients by collecting biosignals are presented. The opportunities they create and the direction in which the wearable device industry is moving are discussed.

Keywords: wearable sensors, hardware, Internet of medical things, electronic textiles, data collection system.

Аль Насрави Фарис Хазим Абдулсада

*Аспирант, Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю.А
farisiraq21@gmail.com*

Томашевский Юрий Болеславович

*Д.т.н., профессор, Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю.А
tomash@sstu.ru*

Аннотация. Отмечено, что здравоохранение — это самый быстрорастущий сегмент IoT, связанный с заметным ростом производства клинических и неклинических подключенных носимых нательных датчиков. В связи с этим всем, кто работает над носимыми устройствами, крайне важно иметь общее представление о том, как они функционируют, как они были разработаны, их значение и какие факторы учитывались при разработке аппаратного обеспечения. Представлены аппаратные компоненты, необходимые для разработки носимых устройств, которые используются в Интернете медицинских вещей, и предназначенные для мониторинга пациентов посредством сбора биосигналов. Обсуждаются возможности, которые они создают, и направление, в котором движется индустрия носимых устройств.

Ключевые слова: носимые датчики, аппаратные средства, интернет медицинских вещей, электронный текстиль, система сбора данных.

Введение

Развитие технологий в последние годы привело к появлению большого количества умных и высокосвязанных вычислительных устройств небольшого форм-фактора [1, 2]. Интернет сыграл одну из самых важных ролей в этом технологическом прогрессе, что в конечном итоге привело к появлению явления, получившего название Интернет вещей (IoT). Когда эти предметы носятся человеком, они называются носимыми устройствами и позволяют человеку здоровьем и безопасностью индивида. Если перейти к соответствующим определениям, то IoT определяется как сеть физических объектов, которые поддерживаются датчиками и встроенными технологиями для передачи данных, что позволяет взаимодействовать с окружающей средой [3]. В носимых устройствах используются датчики, такие как трехосевые акселерометры, магнитометры, высотомеры и гироскопы для создания интуитивно понятной виртуальной среды.

Очевидно, что носимые устройства значительно выигрывают от IoT, и поэтому мы видим, что они уже

вошли во многие аспекты нашей жизни, такие как мода, здоровье и развлечения. Некоторые известные примеры устройств IoWT на рынке — это компьютеризированные часы, такие как Samsung Gear и Apple watch. Они могут собирать информацию, такую как количество шагов пользователя, частота пульса, пройденные километры и сожженные калории [4]. Следует учитывать одно различие: эти устройства относятся к устройствам образа жизни; однако индустрия здравоохранения является одной из наиболее перспективных отраслей для применения IoT. Таким образом, когда носимые устройства используются в медицинских приложениях, это создает новый термин и отрасль под названием «Интернет медицинских вещей» (IOMT). Биомедицинские носимые устройства являются устройствами, используемыми в IOMT, и, как следствие, функционируют через облако для выполнения сложных задач. Архитектурная диаграмма показана на рисунке 1 ниже. Эта отрасль стремится минимизировать размер носимого устройства, при этом фиксируя больше жизненно важных показателей, и, наконец, отправляя надежные и безопасные данные.

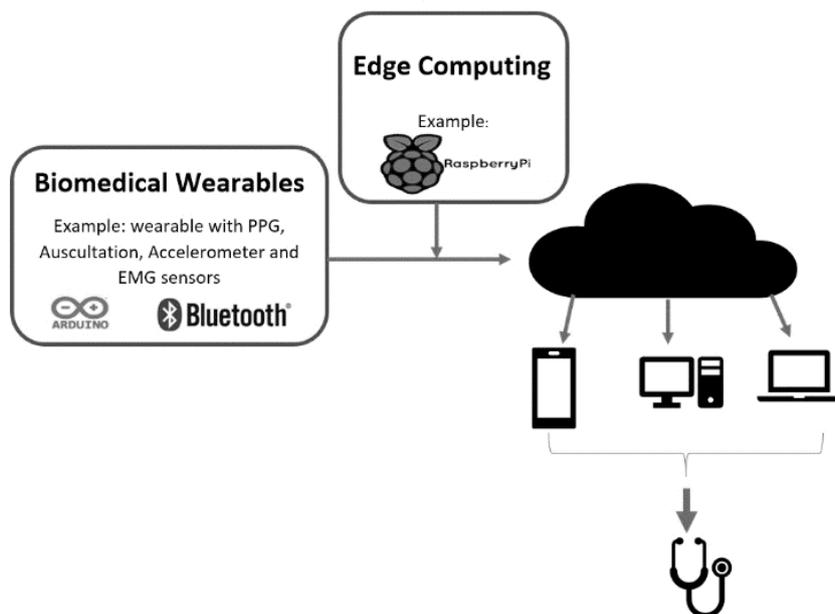


Рис. 1. Архитектура Интернета медицинских вещей (IoMT).
PPG — фотоплетизмограмма; EMG — электромиограмма.

В настоящее время проводится значительное количество исследований, посвященных способам мониторинга состояния здоровья пациента и отправки врачу данных о параметрах его здоровья в режиме реального времени [3]. По сути, внедрение носимых устройств создает превентивный подход к медицине, когда люди могут отслеживать собственные биосигналы. Врачи или медицинский персонал могут удаленно контролировать состояние пациента и предоставлять медицинские рекомендации и помощь. Наконец, данные также могут храниться в облаке или на защищенных серверах для последующего использования.

Основы проектирования носимых устройств

Рассмотрим аппаратные компоненты, необходимые для разработки носимых устройств, на предмет, как они могут быть использованы для анализа клинических условий. Некоторые типичные биосигналы, которые могут быть получены от этих носимых устройств, включают: фотоплетизмограмму (PPG), электромиограмму (EMG), электроэнцефалограмму (EEG), данные о движении (например, походка) и звуки тела.

♦ Фотоплетизмограмма (PPG)

Технология фотоплетизмографии находится в центре недавнего развития биомедицинских носимых устройств, как в медицине, так и в сфере образа жизни. В первую очередь это связано с необходимостью эффективного измерения вариабельности сердечного ритма

(BCP). BCP измеряется как изменение временного интервала от пика до пика для последовательных сердечных циклов. Этот интервал также известен как интервал R-R электрокардиограммы (ЭКГ). В диагностике анализ BCP дает значительную информацию о симпатической и парасимпатической функции вегетативной нервной системы (ВНС) [6, 7]. Следовательно, измерение BCP является важным, однако существуют некоторые ограничения при получении сигнала ЭКГ. Во-первых, для этого требуется не менее трех электродов, расположенных в определенных анатомических точках. Во-вторых, приборы ЭКГ не подходят для ежедневного использования в домашних условиях, а также требуют обученных техников и медсестер для использования. Наконец, электроды могут вызывать раздражение кожи пациента. Именно поэтому были предприняты значительные усилия для измерения BCP с помощью PPG. Еще одним важным параметром, который можно измерить с помощью PPG, является уровень насыщения кислородом предсердной крови пациента, также известный как SpO₂ [8]. Насыщение кислородом (SpO₂) — это процент насыщенного кислородом гемоглобина по сравнению с остальной кровью. Кровь в организме либо насыщена кислородом, либо дезоксигенирована, и обе они имеют различные характеристики поглощения света. Это важный физиологический параметр для мониторинга кровообращения и дыхания.

Простое определение фотоплетизмограммы или PPG заключается в том, что это неинвазивный оптический метод измерения изменений объема крови в ми-

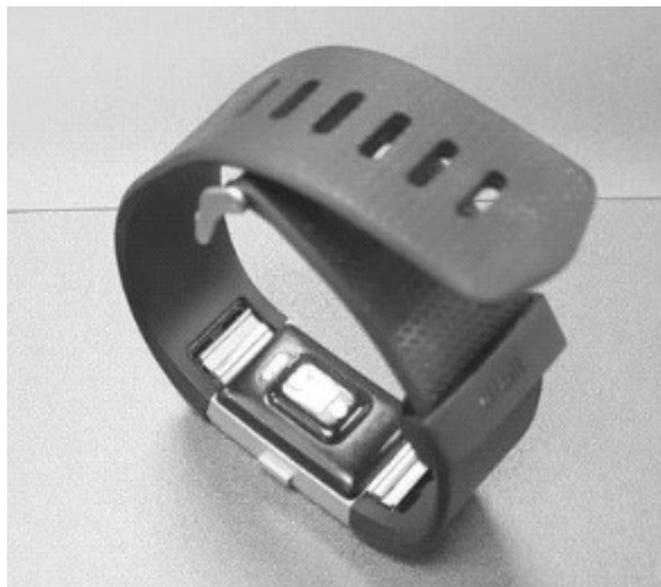


Рис. 2. Датчик на пальце (iHeart) слева и датчик на запястье (Fitbit Charge 2) справа

крососудистом русле ткани. Принцип работы датчика PPG заключается в том, что свет светодиода (LED) проникает через кожу, свет проходит через ткань, а затем сигнал принимается фотодетектором. Наиболее распространенными местами для обнаружения сигналов PPG являются кончик пальца и запястье. В зависимости от того, какое место выбрано, для обнаружения сигнала от кончика пальца или запястья необходимо использовать различные техники. Существует два типа методов: пропускание и отражение. Пропускание определяет свет, проходящий через ткани, с помощью фотодиода, расположенного напротив источника света, и обычно используется в датчиках пальцевого типа. Отражение определяет интенсивность отраженного света с помощью фотодиода, расположенного с той же стороны, что и источник света, и обычно используется в наручных датчиках. Некоторые распространенные примеры этого — устройство iHeart, которое зажимается на пальце, и устройство Fitbit, которое определяет сигнал с запястья, показанное на рисунке 2 [9].

Переходя к источникам света, можно выделить три различных типа: Зеленый, красный и инфракрасный. Было доказано, что зеленые светодиоды более точны для измерения пульса, в то время как красные и инфракрасные светодиодные источники света в основном используются для расчета концентрации кислорода из-за их различной интенсивности проникновения. Отражения, измеряемые датчиком PPG, сильно связаны с вариациями перфузии крови в тканях и используются для получения информации о сердечно-сосудистой системе. Еще одним преимуществом использования PPG является то, что его можно применять к любой

крососнабжаемой ткани, и он полностью неинвазивен. Важность этого сигнала объясняется низкой стоимостью, гибкостью для пользователя и портативностью датчиков, которые используются для регистрации PPG. Оценка частоты сердечных сокращений по PPG является сложной задачей из-за артефактов движения в сигналах PPG. Эти артефакты движения могут быть вызваны дыханием, колебаниями артериального давления, циркадным биоритмом и терморегуляцией. Некоторые популярные методы, используемые для измерения ВСП: проведение спектрального анализа мощности интервала от пика до пика и модель конечной гармонической суммы с использованием акселерометра для захвата артефактов движения.

Электромиография (ЭМГ)

В последние несколько десятилетий поверхностная ЭМГ успешно используется в медицинских и исследовательских целях, позволяя диагностировать широкий спектр двигательных и нервных состояний [10]. ЭМГ — это метод измерения реакции мышцы при электрической стимуляции нервов. Эта электрическая стимуляция известна как потенциал действия (ПД), а сигнал (ЭМГ) на поверхности кожи является суммированием электрической активности потенциала действия двигательной единицы (ПДМЕ). Существует два способа измерения ЭМГ: первый — инвазивный, с использованием иглы, и второй — неинвазивный, с использованием сухих или влажных электродов на поверхности кожи. Получение поверхностных сигналов ЭМГ обычно осуществляется с помощью поверхностных датчиков, которые подводятся к входам дифференциального



Рис. 3. Myo band слева и два датчика канала ЭМГ справа

усилителя. В клинических приложениях ЭМГ снимается с помощью специальных медицинских инструментов, состоящих из хлорсеребряных электродов в сочетании с проводящим гелем. Гель уменьшает сопротивление контакта с кожей, и эта система способна захватывать чрезвычайно качественные сигналы, которые позволяют диагностировать мышечные и нервные системы человека.

С другой стороны, носимые устройства не могут использовать хлорсеребряные электроды, поскольку они ограничены с точки зрения их форм-фактора и энергопотребления. Соответственно, в них обычно используются сухие электроды. Кроме того, сухие электроды имеют преимущество перед хлорсеребряными электродами при длительном использовании. Несколько факторов, которые влияют на способность обнаруживать поверхностные ЭМГ-сигналы: потение кожи, расстояние между активным мышечным волокном и местом датчика, перекрестные помехи между соседними мышечными волокнами и изменчивость сигнала, вызванная импедансом датчика. Эти факторы необходимо учитывать как в клинических приложениях, так и в носимых устройствах. С другой стороны, важным фактором, который необходимо учитывать при обнаружении сигналов ЭМГ, является то, что они сильно изменяются при размещении датчика, поэтому необходимо найти идеальное место для размещения датчика. К этому следует добавить, что ЭМГ-сигнал, полученный от одной и той же мышцы, но с электродом, расположенным в другом месте, даст разные результаты, которые повлияют на анализ. Это связано с тем, что для датчиков ЭМГ еще не разработан стандартный протокол карти-

рования, а также с тем, что идеальное местоположение меняется от пациента к пациенту, поэтому его необходимо подбирать для каждого пациента индивидуально. В распространенных носимых приложениях ЭМГ для захвата сигнала используются активные датчики. В таких датчиках используются три электрода: два металлических электрода используются для дифференциального сбора сигнала, а один — в качестве опорного электрода [10]. Затем сигнал проходит через бортовую миниатюрную схему с усилением и кондиционированием сигнала. Затем он интегрируется и передается в микроконтроллерный блок (MCU) для аналого-цифрового преобразования. Эти датчики могут использоваться в самых разных областях — от клинической диагностики до управления протезами. Рассматривая некоторые носимые конструкции, использующие ЭМГ, мы видим примеры, такие как Myo band, которые используют восемь каналов ЭМГ. Myo band обнаруживает сигнал, размещая датчик надежно над мышцами, генерирующими сигналы в предплечье, что позволяет ему обнаруживать пять жестов (разведение пальцев, сжатие кулака, взмах рукой, взмах рукой и двойное нажатие) [11]. Исследования показывают, что только двух каналов ЭМГ — одного, расположенного на сгибателе запястья, и другого, расположенного на разгибателе запястья, — достаточно для классификации четырех из тех же пяти жестов руки, что и у Myo band. Это свидетельствует о том, что датчики ЭМГ должны располагаться прямо над исследуемой мышцей. То есть, это субъективно; однако, способ определить правильное расположение — это предварительная проверка сигнала с помощью осциллографа. На рисунке 3 показаны Myo band и 2-канальный датчик ЭМГ.

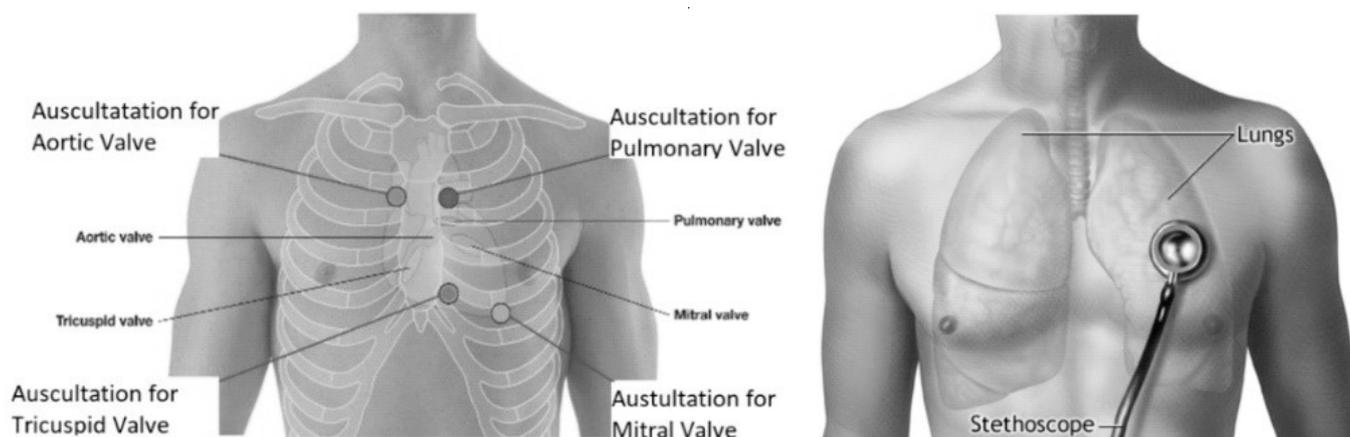


Рис. 4. Места аускультации звука сердца и аускультации звука легких

Аускультация телесных звуков

Первое действие, которое выполняет медицинский работник при постановке диагноза, — это аускультация, наиболее часто используемый врачами метод первичного скрининга ранних сердечных заболеваний [12]. Сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причин смерти в мире, поэтому важно оценить функции сердца с помощью быстрого, неинвазивного метода. Основные сердечные звуки включают S1 и S2. S1 возникает в начале сокращения желудочков и соответствует комплексу QRS на ЭКГ. Комплекс QRS — это наиболее наглядные пики и впадины ЭКГ-сигнала. Комплекс состоит из 3 отведений, обозначаемых Q, R и S соответственно. Второй сердечный звук, S2, соответствует закрытию полулунных клапанов, и, наконец, S3 и S4 иногда можно услышать, а также другие щелчки. Нормальные сердечные звуки варьируются от 20 до 420 Гц [12]. Аускультация служит первой точкой диагностики и мониторинга жизненно важных показателей. Это связано с тем, что прослушивание этих звуков может выявить информацию о состоянии основных функций. Например, звуки сердца часто выявляют отклонения от нормы при наличии шума и позволяют обнаружить нарушения в работе организма. Кроме того, между сердцем и легкими существует тесная связь по сравнению с остальными системами организма, которая известна как сердечно-легочная система. Поэтому при анализе сердечно-сосудистой системы обычно последовательно анализируются легкие и дыхание пациента. Это называется аускультацией легких, которая используется для выявления нарушений дыхания. Легочные звуки можно разделить на три категории: нормальные, аномальные и адвентициальные. Нормальные звуки тихие и едва слышные; аномальные звуки означают отсутствие этих нормальных звуков; а адвентициальные звуки означают хрипы и треск, которые являются сильными индикаторами заболевания.

Еще одним важным моментом является понимание того, как обнаружить эти звуки. Очень важно понимать не только анатомию сердца и легких, но и поверхностную анатомию. Поверхностная анатомия означает понимание ориентиров на поверхности тела, которые могут быть использованы для определения местоположения органов внутри тела. Используя поверхностную анатомию, можно прощупать ребра и определить области аускультации сердца. Лучший звук не обязательно будет появляться прямо над сердцем; скорее, идеальное место для аускультации сердца основано на направлении кровотока и ориентации клапанов. При таком понимании аортальный клапан лучше всего выслушивается во 2-м правом межреберном пространстве, трехстворчатый клапан — у левой нижней границы грудины в 5-м межреберном пространстве, легочный клапан — во 2-м левом межреберном пространстве, и, наконец, митральный клапан — в 5-м межреберном пространстве на средней линии ключицы, как показано на рисунке 4. Наконец, нормальные легочные звуки выслушиваются в грудной клетке и в основном ограничены расстоянием между местом генерации первичного звука и стетоскопом. Область обнаружения варьируется и может включать от воротниковой кости до нижней части грудной клетки, как показано на рисунке 4.

Анализ походки

О важности анализа походки свидетельствует тот факт, что ежегодно в мире около 3,2 миллиона смертей происходит из-за недостатка физической активности. Фактически, гиподинамия приводит к хроническим заболеваниям и инвалидности [13]. С другой стороны, регулярная физическая активность связана с улучшением здоровья во многих группах населения. В связи с этим важно количественно оценить мобильность в реальных условиях. Подсчет шагов является наибо-



Рис. 5. Устройство Moov Now, содержащее девятиосевой датчик движения

лее распространенной мерой физической активности. Датчики, обеспечивающие такую оценку, должны быть высокоточными, легкими и пригодными для использования дома и в обществе. Очень важно имитировать реальную повседневную деятельность, поскольку нереалистично и слишком упрощенно предполагать, что люди ходят постоянно с высокой скоростью. Одним из недостатков существующих алгоритмов и датчиков для определения шагов является снижение точности при медленных скоростях, а именно такие медленные скорости ходьбы являются основными индикаторами двигательных нарушений. Определение физической активности человека возможно при размещении датчиков, обычно акселерометров и гироскопов, на различных частях тела. Существуют различные подходы к этому, и наиболее распространенными из них в настоящее время являются шагомеры, которые представляют собой часы или датчики, размещаемые на запястье для отслеживания активности. Однако одним из ограничивающих факторов для этих устройств является точность. Поэтому расположение датчиков необходимо обновлять. Последние исследования показали, что подсчет шагов можно точно получить с помощью трехосевых акселерометров, размещенных на бедре, талии и лодыжках. Эти системы хорошо показали себя в сценариях с низкой скоростью движения и превзошли коммерческие шагомеры. Благодаря этому на рынке появилось несколько примеров трекеров активности, пример которых приведен на рисунке 5.

Одним из наиболее важных различий, которые будут определять требования к аппаратному и программному обеспечению биомедицинских носимых устройств, является различие между медицинскими и немедицинскими биомедицинскими носимыми устройствами. Термин «медицинские устройства» в общем виде можно

определить как широкий спектр медицинских инструментов, используемых для лечения, смягчения, диагностики или профилактики заболеваний, или аномальных физических состояний. Некоторые распространенные примеры — искусственные клапаны сердца, кардиостимуляторы, синтетическая кожа и медицинские лабораторные диагностические приборы.

С другой стороны, носимые устройства для фитнеса, образа жизни или немедицинские носимые устройства — это те, которые не предназначены для диагностики, смягчения или лечения какого-либо заболевания. Технологии медицинских и немедицинских устройств могут быть одинаковыми, поэтому оба устройства могут измерять точно такие же сигналы с одинаковым качеством; однако, если устройство анализирует данные для лечения, оно будет считаться медицинским устройством и должно пройти длительный процесс утверждения. Другими словами, немедицинские устройства не пригодны для диагностики большинства медицинских заболеваний, но могут использоваться для отслеживания физической формы и профилактики заболеваний, ориентированной на пациента.

Разработка любого биомедицинского носимого устройства начинается с четкого понимания измеряемого биосигнала. Например, для сигнала ЭКГ экспертам может быть легко определить QRS благодаря его отличительным характеристикам, которые могут быть использованы в анализе. Однако это не так для всех биомедицинских сигналов, и для извлечения информации из сигнала требуется значительное количество преобразований.

Когда начинается разработка носимого устройства, независимо от того, предназначено ли оно для меди-

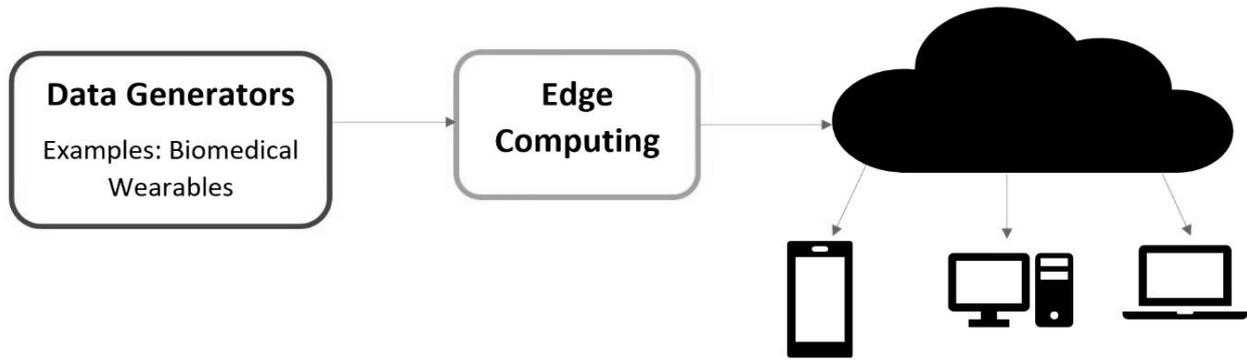


Рис. 6. Архитектура Edge Computing

цинских или немедицинских целей, необходимо учитывать некоторые факторы. К этим факторам относятся:

1. характеристики измеряемого сигнала;
2. человеческие факторы;
3. экономические затраты;
4. среда, в которой будет находиться устройство.

Начиная с первого фактора, требуется понимание источника генерации сигнала и свойств сигнала. Для биомедицинских приложений сигналы, которые улавливаются датчиками, обычно извлекаются из кожи и являются реакцией на электрическую стимуляцию нервов и мышц. В качестве альтернативы, свойства сигнала включают несколько аспектов, таких как: определение надежности регистрируемого сигнала, наличие пригодных методов обработки сигнала, стационарность сигнала для анализа и необходимость применения алгоритмов компрессионного зондирования на этапе сбора сигнала [4]. Это важно, поскольку на основе этих факторов на этапе проектирования принимается решение о выборе датчика, который позволит получить сигнал без потери информации. Второй фактор, медицинские риски, требует понимания пользователя устройства и его взаимодействия с устройством. Это означает учет среды, в которой будет использоваться устройство, материалов, из которых оно должно быть изготовлено, требований безопасности и того, как устройство повлияет на повседневную жизнь пациента. Например, в жаркой среде пациент будет потеть больше, чем обычно: изменит ли это полученный сигнал? Кроме того, не вызывает ли материал, из которого изготовлен носимый прибор, аллергических реакций, боли или дискомфорта? Наконец, не считают ли пациенты устройство мешающим или слишком сложным и не предпочитают ли они его использовать? Эти факторы важны, поскольку удобное устройство, которое является как аппаратным, так и программным, будет использоваться пациентом чаще, чем то, которое таковым не является. Это также называется коэффициентом принятия технологии и является существенным недостатком многих устройств. Третий

фактор, экономические затраты, относится к разработке прибора, который доступен по цене, совместим с существующими технологиями и легко доступен. Спроектированное устройство должно быть доступным по цене и не должно требовать значительных изменений в существующих технологиях. Кроме того, оно должно быть доступно для приобретения на многих платформах, чтобы пациентам не приходилось ездить в определенные места для его покупки. Важность этого фактора обусловлена тем, что носимые устройства для образа жизни или немедицинские носимые устройства могут быть относительно дешевле медицинских носимых устройств, поскольку они не проходят длительный процесс утверждения. Последний фактор, окружающая среда, относится к шуму окружающей среды, с которым столкнется устройство в реальном мире. Например, соотношение сигнал/шум является важнейшим показателем того, насколько эффективно устройство может улавливать сигнал и уменьшать шум.

Хотя большинство IoT-устройств на рынке в той или иной степени используют облачные вычисления, это не единственный вариант. Вместо того чтобы использовать популярный в настоящее время способ передачи данных на отдельный персональный компьютер (ПК) для отправки в облако для анализа данных, легкие задачи можно выполнять на самом микроконтроллере. Это ограничено процессором на плате, объемом доступной памяти и наличием у микроконтроллера возможностей хранения данных. Некоторые Arduino содержат достаточно памяти для выполнения легких задач и вычислений на чипе.

Расширение этого направления называется Edge Computing, которое выполняет вычисления на границе интернета [14]. По мере перехода к IoT и IoMT все большее количество данных исключительного качества будет генерироваться всеми окружающими нас устройствами. Это означает, что все эти вещи и устройства будут производить данные с гораздо большей скоро-

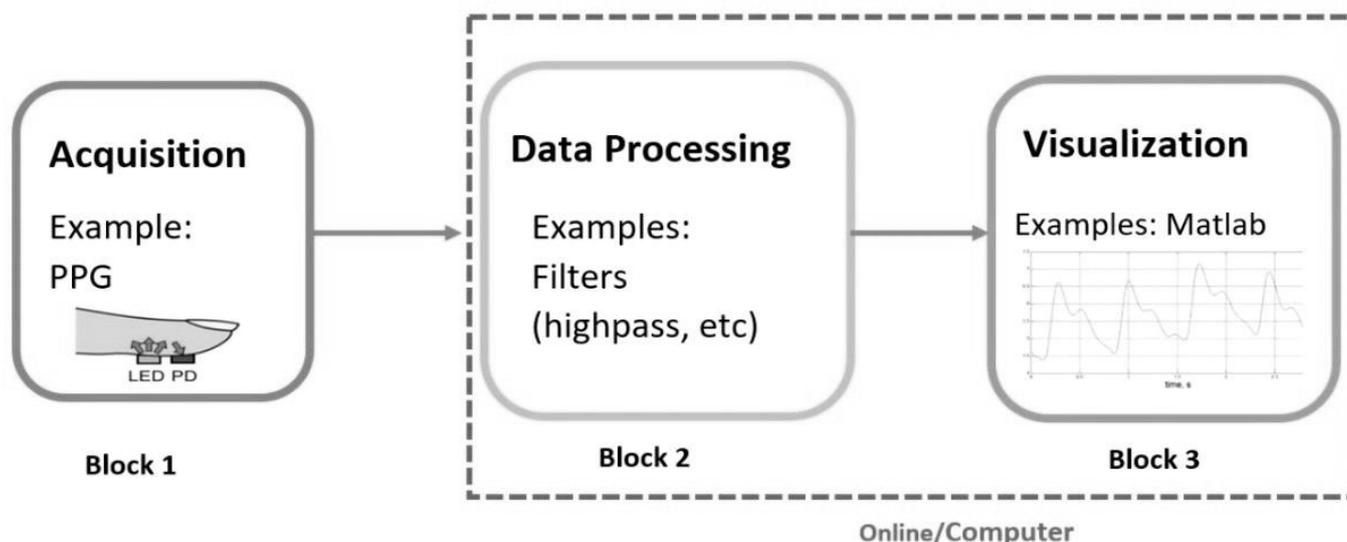


Рис. 7. Основные процессы носимого устройства

стью, чем может обработать облако. Фактически, рост пропускной способности сетей остановился, и скорость транспортировки данных стала основным узким местом для облачных вычислений. Это означает, что большая часть данных, производимых устройствами IoT и IoMT, никогда не достигнет облака. Поэтому простое определение граничных вычислений — это любые вычисления, которые происходят между устройствами, генерирующими данные, и облачными центрами обработки данных. Сюда входят такие процессы, как выгрузка данных, хранение данных, обработка данных и управление IoT, как показано на рисунке 6. Это также улучшает конфиденциальность пользователей, поскольку данные, которые отправляются для вычислений на границе, обычно являются конфиденциальными по сравнению с облаком.

Биомедицинские носимые устройства и их компоненты

При разработке любого электрического устройства в промышленности обычно используется командно-ориентированный процесс. Это означает, что командам ставится определенная задача, которую они должны выполнить, чтобы создать конечный продукт. Следовательно, как и любое другое электрическое устройство, проектирование и создание прототипа биомедицинского носимого устройства начинается с аналогичного командно-ориентированного процесса. Это создает эффективные команды, которые сосредоточены на общей цели и используют такие характеристики, как позитивная взаимозависимость команды, групповая подотчетность и навыки командной работы. В академической среде аналогичные подходы используются в меньшем

масштабе, где каждый блок на рисунке ниже представляет собой команду и задачу. Структура каждого проекта различна и очень разнообразна, однако для целей биомедицинской и электротехнической инженерии, как правило, есть три важных аспекта:

- ◆ сбор данных,
- ◆ обработка данных,
- ◆ визуализация данных.

Команды работают вместе над общей целью, в то время как каждая отдельная команда сосредоточена на своих собственных целях. Эта область показана на рисунке 7. Здесь блок 1 — это фаза сбора, на которой происходит захват необработанных данных с человеческого тела. Это делается с помощью датчика, который размещается на коже тела. Блок 2 — это блок обработки данных, где могут применяться цифровые фильтры и дальнейшая обработка данных, такая как сегментация, де-трендинг и извлечение признаков. Блок 3 — это визуализация данных с помощью удобной для пользователя техники. Блоки 2 и 3 обычно выполняются на персональном компьютере с помощью программного обеспечения (MATLAB) в базовых приложениях для создания прототипов. В приложениях IoT блоки 2 и 3 могут выполняться в облаке или на сервере, и это может меняться в зависимости от приложения.

Рассмотрим процесс сбора данных, который относится к начальной стадии проекта и включает в себя все аппаратное и программное обеспечение, необходимое для захвата сигнала. На рисунке 8 показаны три основных компонента, которые необходимы для получения необработанных данных с человеческого тела. Блок 1 на рисунке 8 занимается получением необработанных

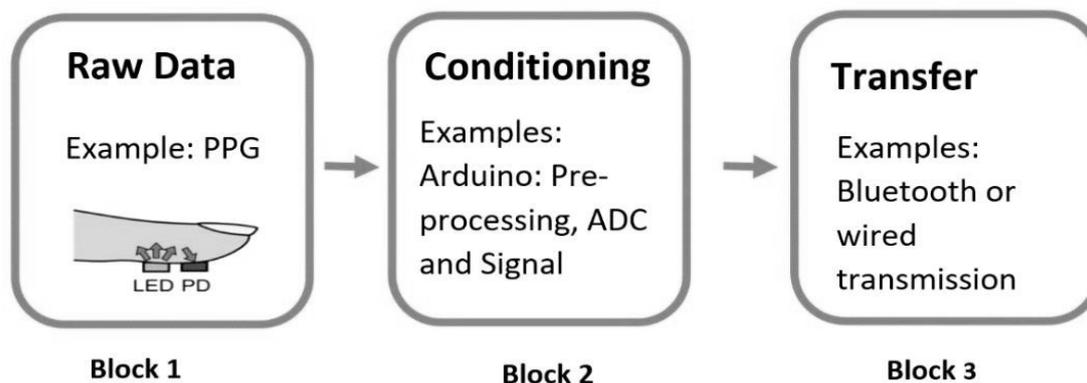


Рис. 8. Три блока процесса сбора данных

данных с датчика. Поскольку большинство сигналов являются аналоговыми, необходимо аналого-цифровое преобразование и способ связи с датчиком для передачи данных, что реализуется блоком 2. Для этого крайне важно иметь инструменты и платформы с открытым исходным кодом и низкой стоимостью. Наиболее распространенными платформами для этого являются Arduino и Raspberry Pi, они сыграли преобразующую роль на начальном этапе развития биомедицинских носимых устройств. Последняя часть, блок 3,— это отправка данных на сервер для передачи в облако или для анализа. Обычно используются модули Bluetooth или Arduinos со встроенными возможностями Bluetooth или Wi-Fi.

Исходя из реального рынка, есть четыре датчика, которые выделяются на фоне остальных, и именно они будут в центре нашего внимания. Также будут использоваться микроконтроллер (MCU, например, Arduino Uno), модуль Bluetooth HC-05 и Raspberry Pi.

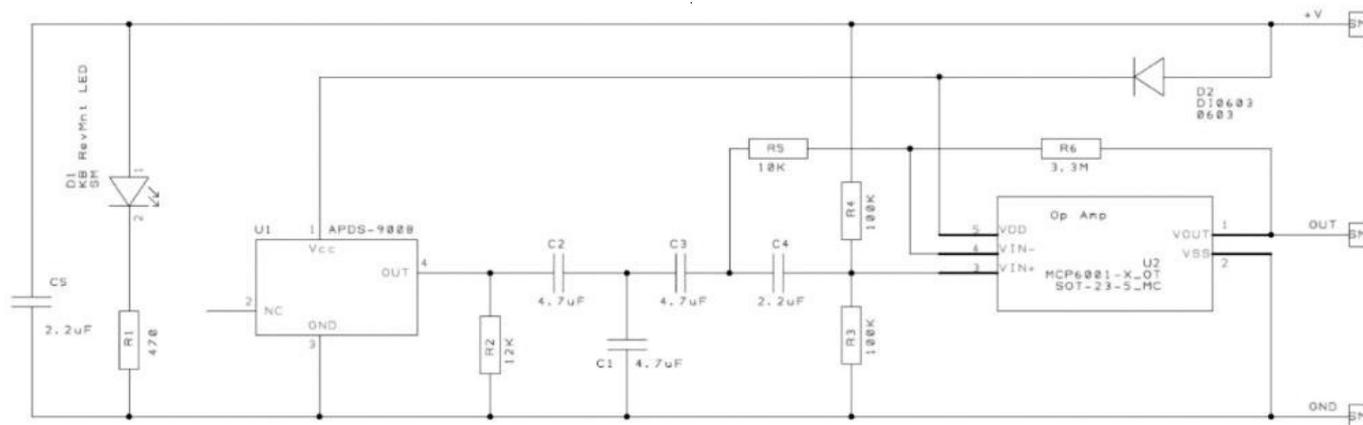
Четыре датчика включают: электретный микрофон, датчик пульса PPG, аналоговый датчик EMG и MPU9250. Важно отметить мотивацию выбора этих датчиков. Во-первых, они коммерчески доступны по низкой цене и имеют значительную поддержку, начиная от онлайн-учебников по устранению неполадок и заканчивая полными демонстрационными кодами, что делает их чрезвычайно популярными для прототипирования. Это означает, что они специально разработаны для уменьшения количества сложных схем передней панели за счет их интеграции в датчик. Это делает большинство из этих датчиков «plug-and-play»-датчиками, которые позволяют легко создавать прототипы и разрабатывать их на любом уровне квалификации. В качестве бонуса, они имеют программную поддержку для Arduino, так что доступны полные демо-коды, которые можно легко модифицировать, используя доступные спецификации для различных проектов. Во-вторых, любой из этих датчиков может использоваться по отдель-

ности для мониторинга определенного медицинского состояния или может быть объединен для мониторинга и диагностики различных медицинских состояний. Примером может служить использование датчика ЭМГ для выявления мышечных заболеваний или использование его вместе с инерционным измерительным блоком (IMU) в качестве двухступенчатой системы валидации.

После получения необработанных данных от датчиков ими можно легко манипулировать для анализа в приложениях IoT, используя Raspberry Pi Zero W в качестве веб-сервера или пограничного вычислительного устройства. Для питания носимого устройства требуется источник питания, и платы Arduino допускают несколько вариантов. Однако в качестве источника питания для этих носимых устройств будем использовать щелочную батарейку 9 В. Она обеспечит Arduino напряжением и током, достаточными для работы модуля Bluetooth и датчиков. Далее рассмотрим детали и преимущества, которыми обладает каждый датчик по сравнению с используемыми в настоящее время датчиками.

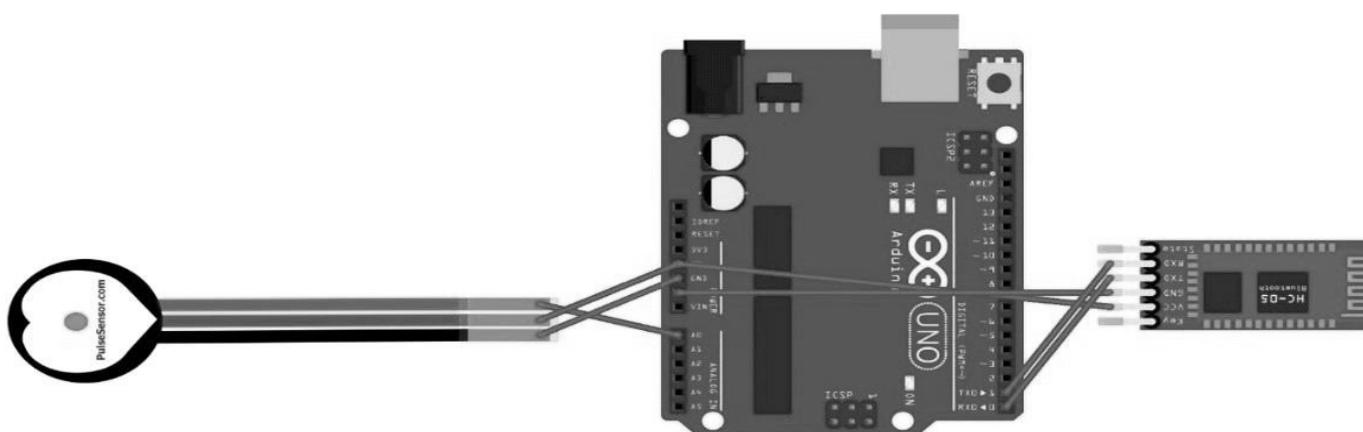
Начнем с датчика пульса, в котором сигналы PPG собираются с кончика пальца или запястья. Этот датчик компании World Famous Electronics llc и называется «Датчик пульса». Он не имеет встроенного АЦП, поэтому необходимо преобразовать аналоговый входной сигнал в цифровой с помощью Arduino Uno. Кроме того, рабочее напряжение позволяет легко взаимодействовать с другими компонентами и может функционировать от 3,3 до 5 В, используя всего 4 мА при 5 В [15]. Один из примеров проекта — мигание светодиода при сердцебиении. Проект также предоставляет доступ к необработанным данным с помощью Serial Plotter на Arduino IDE.

Как упоминалось выше, датчик разработан как датчик типа «plug-and-play». Это означает, что для под-



Pulse Sensor Amplified Designed by Joel Murphy Licensed under the TAPR Open Hardware License (www.tapr.org/OHL) Spring 2012

а)



б)

Рис. 9. Датчик пульса: а) — схема датчика пульса. б) — соединения датчика импульсов

ключения датчика к Arduino требуется всего три провода, а для работы датчика и получения сигналов PPG не требуется никаких внешних схем. Более того, сам датчик является аппаратным проектом с открытым исходным кодом, и, следовательно, схема его внутреннего устройства доступна и показана на рисунке 9.

При разработке программного обеспечения для передней панели сначала была загружена библиотека Arduino Library из среды разработки Arduino IDE. Затем пример из этой библиотеки, проект GettingStarted, был использован для мигания встроенного светодиода Arduino со скоростью передачи 9600 бод. Наконец, для визуализации сигнала был использован последовательный плоттер в Arduino IDE. В этот код могут быть внесены дополнительные изменения в зависимости от приложения.

Далее рассмотрим датчик EMG производства компании OYMoiton, который также не содержит встроенного АЦП. Датчик снимает сигналы поверхностного электромиографа (sEMG), которые отражают мышечную и нейронную активность человека [16]. Датчик закрепляется на мышцах-сгибателях предплечья с помощью прилагаемых ремней.

В текущей конструкции используется только один канал EMG, однако можно использовать два канала EMG. Аналогично, для правильной работы этого датчика с Arduino требуется три соединения: заземление, питание и аналоговые сигналы, показанные на рисунке 10. Важно отметить, что этот датчик состоит из двух отдельных плат. На рисунке 10 показана вторая плата, которая называется «Плата передатчика сигнала», и с нее поставляемый в комплекте разъем для подключения датчика используется для подключения к сухому элек-

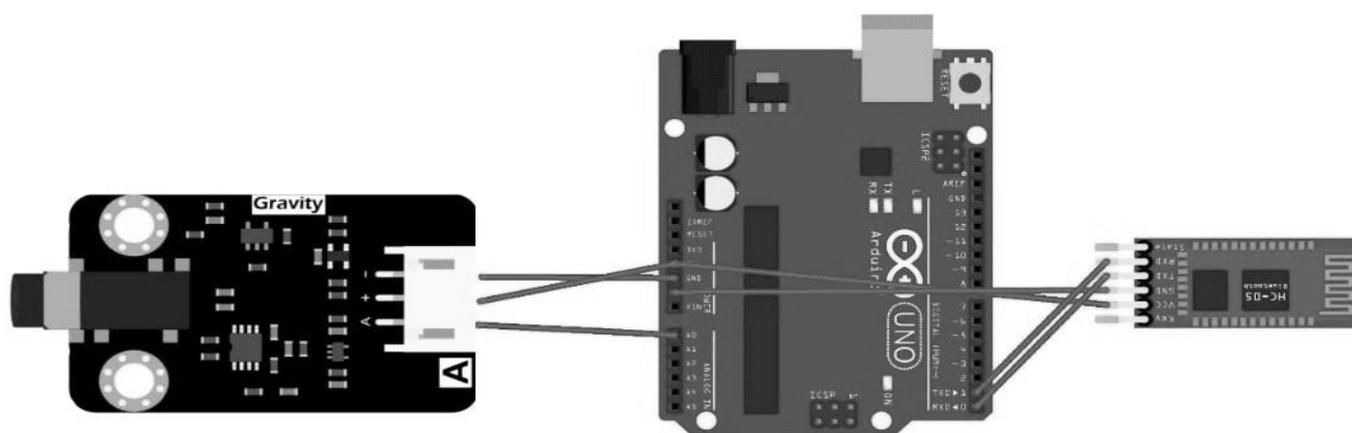


Рис. 10. Соединения датчика ЭМГ

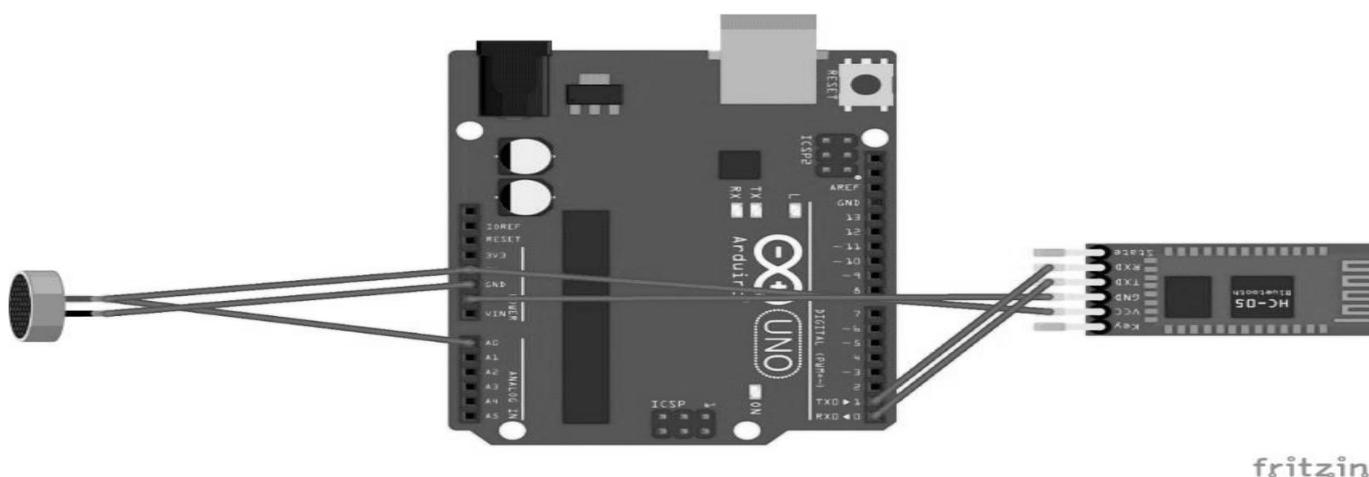


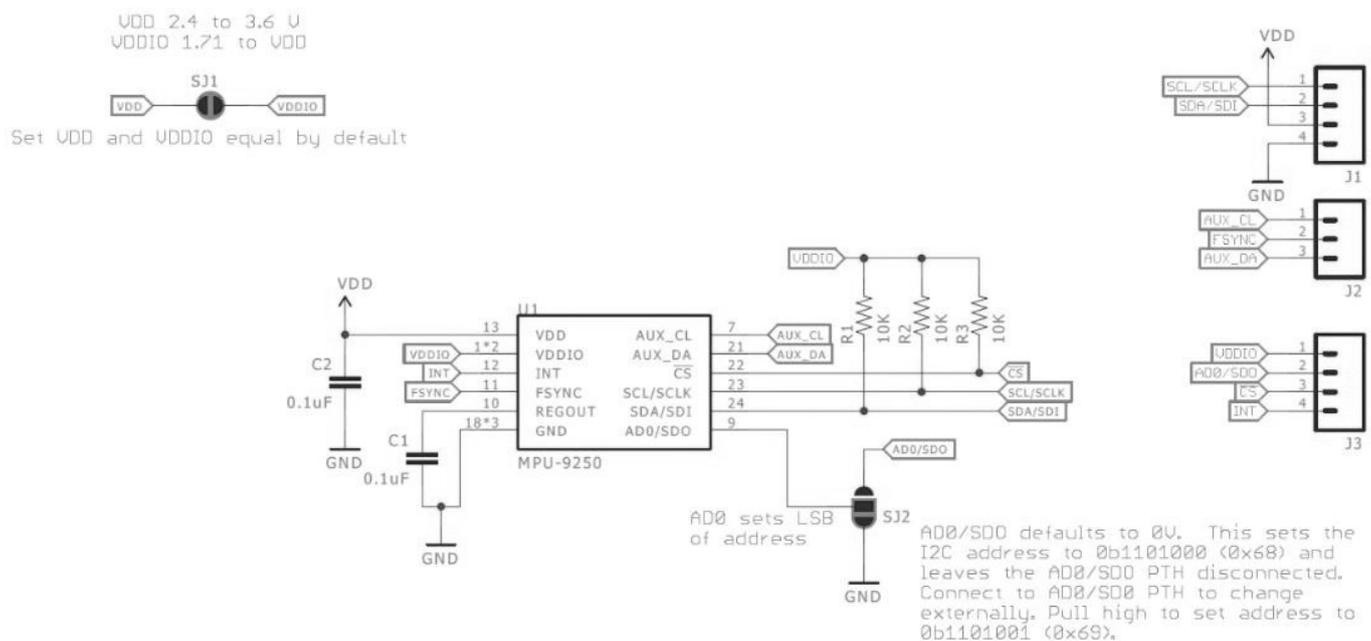
Рис. 11. Схема подключения микрофона

троду, который затем закрепляется на мышцах-сгибателях предплечья. Кроме того, как и для датчика пульса, на сайте OYMoiton есть учебники и примеры кода для Arduino IDE. Воспользовавшись этим, сначала была установлена библиотека EMGFilters, а затем код был запущен на скорости 115 200 бод. Затем сигнал sEMG отображается на последовательном плоттере, и дальнейшие изменения могут быть внесены в этот код в зависимости от приложения.

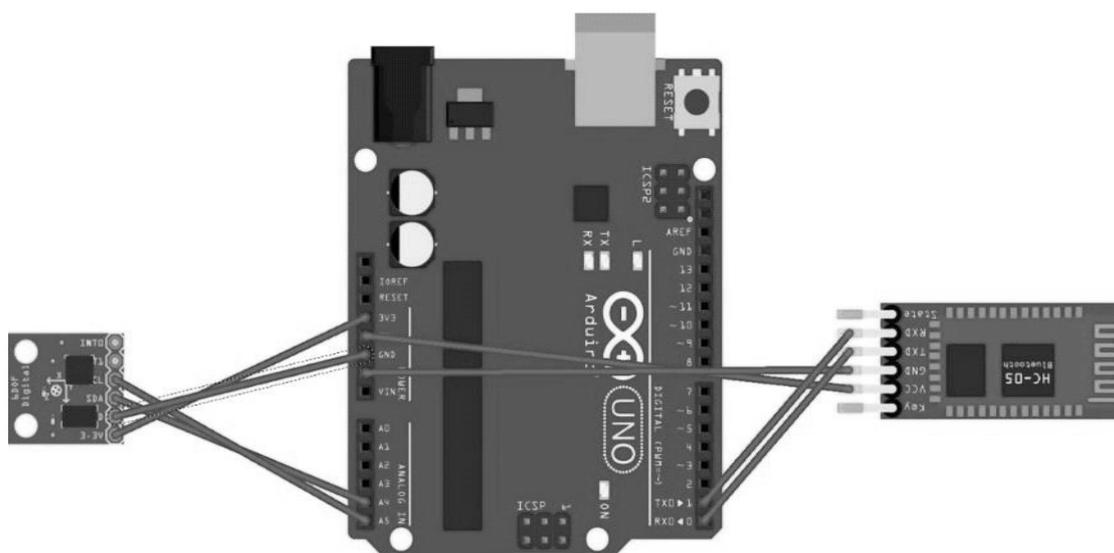
Далее рассмотрим электретный микрофон, который используется для захвата аускультации сердца и легких. Выбранный электретный микрофон имеет частотный диапазон от 100 до 10 000 Гц [17]. Он производится компанией Challenge Electronics и имеет минимальное отношение чувствительности к шуму 58 дБ. Это устройство имеет аналоговый вход и, следовательно, требует использования MCU, например, платы Arduino Uno.

Микрофон подключается непосредственно к аналоговым контактам Arduino, а АЦП выполняется на Arduino. Что касается размещения датчиков для правильного захвата сигнала, были использованы анатомические позиции, которые используются медицинскими работниками для обычных стетоскопов. Наконец, был использован простой код для получения аналогового сигнала от Uno со скоростью 115 200 бод. На рисунке 11 ниже показаны аппаратные соединения, необходимые для этого датчика.

Последним является инерциальный измерительный блок (IMU), который называется MPU9250. Это устройство производится компанией InvenSense и представляет собой многочиповый модуль, состоящий из трехосевого гироскопа, трехосевого акселерометра и трехосевого магнитометра [18]. Связь со всеми его регистрами может осуществляться с помощью I2C или



a)



b)

Рис. 12. Инерциальный измерительный блок: а) схема инерциального измерительного блока (IMU), б) соединения для IMU

SPI, а также имеет собственный цифровой процессор движения. Цифровой процессор движения (DMP) позволяет обрабатывать движения и распознавать жесты с низким энергопотреблением, приобретая приложения IvenSense Apps для программирования устройства. Сначала была установлена библиотека с помощью Arduino IDE для MPU9250. Затем был использован код MPU9250BasicAHRS_I2C, который был запущен на ско-

рости 38 400 бод, дальнейшие изменения могут быть внесены в этот код в зависимости от приложения. Что касается размещения датчика, IMU располагается на лодыжке для обнаружения движения с использованием девятиосевых возможностей обнаружения движения, которые он предлагает. На рисунке 12, а показаны внутренние компоненты IMU, а на рисунке 12, б — аппаратные соединения, необходимые для этого датчика.



Рис. 13. Продукт Skiin

В некотором смысле, самым важным устройством является Arduino, поскольку оно представляет собой связь между датчиками и компонентами IoT. Arduino используется для связи с датчиками и модулем Hc-05, а также для подачи питания на эти датчики и платы. Наконец, IoT-аспект дизайна потребует использования Raspberry Pi Zero W. Он может быть использован не только для отправки данных в облако, но и для пограничных вычислений. Это один из самых дешевых компьютеров, которые производит Raspberry Pi Foundation. При необходимости можно приобрести дополнительный модуль, называемый ADC Pi, и добавить его к Raspberry Pi для дополнительного преобразования данных. Он поставляется с Bluetooth Low Energy, Bluetooth 4.1 и беспроводной локальной сетью 802.11 b/g/n. Кроме того, он оснащен одноядерным процессором с частотой 1 ГГц, 512 МБ оперативной памяти, разъемом для подключения камеры CSI (Camera Serial Interface), портами micro USB и mini HDMI (High-definition Multimedia Interface).

В завершении рассмотрим достижения технологий в области используемых материалов, от которых ожидается, что они будут обладать дополнительными свойствами и функциональными возможностями, например, зарядка телефона путем аккумуляции электрической энергии в одежде. Некоторые распространенные примеры — фотоактивные материалы, интегрированные в текстиль для создания солнечных батарей, вырабатывающих электричество, и сенсорные материалы, интегрируемые в волокна для обнаружения изменений формы. Электронный текстиль (E-textiles, smart textiles, functional fabrics) — это ткани, позволяющие встраивать в них цифровые компоненты и электронику. Они мягкие и гибкие, что позволяет им плотно прилегать

к изогнутым поверхностям тела. Это фундаментальное свойство для всех носимых устройств. Контакт с телом необходим для получения сигнала, а электронный текстиль увеличивает поверхность, соприкасающуюся с телом. Кроме того, электронный текстиль легче и лучше пропускает воздух по сравнению с традиционными датчиками.

Как и при разработке любого носимого устройства, текстильные изделия требуют наличия проводящих путей для сигналов. Для этого используются проводящие и полупроводящие материалы. Существует несколько способов производства таких тканей, например, использование металлических волокон или нитей, которые смешиваются с тканью для создания электропроводящего текстиля или полупроводящего текстиля. В них используются проводящие полимеры, такие как углеродные нанотрубки, порошки на основе металлов и сажа. Ткани, полученные этими методами, имеют некоторые недостатки, например, требуют сложных процессов, не имеют равномерного покрытия, не обладают долговечной износостойкостью и не совсем гибкие. Это привело к использованию графена в этих тканях. Графен представляет собой сотовую решетку из атомов углерода, которая демонстрирует электронные, тепловые, механические и оптические свойства. По этой причине он привлек значительное внимание для использования в электронном текстиле. Кроме того, большое количество графена может быть получено из химического превращения графита с помощью методов восстановления.

Благодаря этим разработкам в области текстиля, несколько компаний начали коммерциализацию этих электронных тканей. В настоящее время под извест-

ным брендом Skiin выпускается высокоэффективное «умное» нижнее белье. Белье способно измерять пульс, дыхание и температуру, а также отслеживать сон, активность в течение дня и физические нагрузки. Оно поставляется с приложением Skiin Companion App, которое подключается к устройству для отслеживания биопоказателей. Вся электроника крепится на пояс в съемном отделении, которое показано на рисунке 13.

Планируется выпуск следующего поколения с функциональными тканями. Физиологические датчики встраиваются в одежду, используя передовые технологии вязания с внедрением технологии радиочастотной идентификации (RFID). Недавно было доказано, что использование технологии RFID для традиционных меток на основе металла позволяет фиксировать деформации материала. Теория заключается в том, что при деформации антенны внутри метки под действием силы происходит изменение резонансной частоты. Это изменение затем принимается и соотносится с механической деформацией объекта, на котором находится метка. Это позволяет создать носимое устройство со встроенным датчиком деформации, беспроводное, не требующее батареек и, что самое главное, удобное для ношения.

Заключение

1. Реализуя идею «подключенного человека», имеется возможность разработки недорогих и клинически значимых аппаратных конструкций для использования в интегрированном здравоохранении. Более того, эти устройства могут быть использованы в качестве носимого медицинского оборудования для телемониторинга пациентов, находящихся в больницах, клиниках или домах престарелых. Цель состоит не в том, чтобы заменить врача или его прогноз заболевания, а в том, чтобы обмениваться данными с помощью облачных сервисов между врачами, пациентами и соответствующим персоналом. Эти устройства обладают потенциалом для захвата клинически сопоставимых сигналов, которые можно анализировать, хранить и передавать через облако. Более того, существует большой потенциал для использования этих разработок в качестве ступеньки для проектирования медицинских носимых устройств и перепроектирования этих устройств в коммерчески готовые продукты. Эти медицинские носимые устройства имеют полный код Arduino в своей репозитории, что позволяет пользователю вносить в код корректировки и изменения.
2. Сосредоточившись на части IoT и телемедицины, выбор датчиков был основан на упрощении этапа сбора данных с наименьшим количеством

шагов. Поэтому предпочтение было отдано датчикам, которые имеют встроенную систему формирования сигнала, доступны для приобретения и просты в использовании. Кроме того, в приложениях IoT важную роль играет Raspberry Pi. Он может быть подключен ко всем или некоторым из этих датчиков через Bluetooth. Такое беспроводное подключение по Bluetooth к датчикам и по Wi-Fi к облаку обеспечивает гибкость подключения в любом месте, где есть беспроводное соединение. Облако, несомненно, стало жизненно важной частью телемедицины и IoT. Данные обычно хранятся либо в разрозненных облаках, либо в изолированных системах, что ограничивает анализ данных. Во-первых, некоторые из этих устройств IoT потенциально могут производить большие объемы данных; например, сбор 8-часового потока сигналов ЭЭГ и ЭМГ для мониторинга сна. Это не может быть сделано эффективно, поскольку размер этих файлов будет составлять несколько гигабайт каждую ночь, и это может стать большой нагрузкой для сетей. Во-вторых, некоторые из этих приложений IoT требуют очень короткого времени отклика, поскольку это может быть ситуация жизни и смерти, что опять же ограничено облаком. Наконец, эти датчики будут измерять данные, которые могут быть частными и не подходят для отправки в облако, и, следовательно, облачные вычисления могут быть неэффективным выбором для этих приложений. Следовательно, для этих приложений необходим такой инструмент, как Raspberry Pi. Такой инструмент можно использовать для транспортировки данных в облако или для выполнения граничных вычислений перед отправкой данных в облако, что значительно сократит количество вычислений, которые необходимо будет выполнить.

3. Успех использования носимых устройств, будь то в медицинских или немедицинских целях, в значительной степени зависит от человеческого фактора. Создание высокосвязанных устройств, способных передавать информацию между собой и в онлайн-мир, приводит к возникновению важных вопросов и проблем. Две наиболее заметные проблемы, которые возникают: технологические вопросы и вопросы безопасности.

Технологические вопросы в основном касаются совместимости устройств и точности и надежности получаемых ими данных. Поскольку все датчики, о которых говорилось выше, выпускаются разными производителями, у них нет стандартного интерфейса и протокола по умолчанию, поэтому необходимостью является со-

здание метрик качества для данных, получаемых с датчиков, используемых в IoT.

Что касается вопросов безопасности, то нарушения безопасности беспроводных сетей, безусловно, будут постоянной проблемой, особенно в отношении конфиденциальности данных пациента и того, как она будет защищена. Начиная с базовой защиты, доступной каждому, технология Bluetooth поддерживает встроенное шифрование Advanced Encryption Standard-128. В настоящее время ведется активное совершенствование этой технологии, поскольку на рынке появляется все больше носимых устройств, которым требуется современная защита. Более того, поскольку Raspberry Pi является системой Linux, большинство общих мер безопасности, доступных для Linux, доступны. Однако для ограничения атак и потенциальной потери данных, которые собирает Raspberry Pi, необходимо рассмотреть дополнительные усовершенствования. Некоторые известные и проверенные проблемы безопасности Raspberry Pi следующие:

1. операционная система Raspbian имеет защищенный протокол shell на порту 22. Этот протокол используется при необходимости удаленного входа в систему, и если его оставить включенным, это может привести к нарушениям;
2. операционная система Raspbian имеет пользователя по умолчанию, который разрешает доступ к устройству. Его следует удалить, а не игнорировать или завести нового пользователя, так как любой, кто его знает, может получить доступ к устройству. Переходя к более высокому уровню безопасности, необходимо решить проблему защиты цифровой идентификации для глобального онлайн-сообщества. Необходима универсальная система цифровой идентификации, которая не зависит от каких-либо юридических документов и, следовательно, будет защищать личные данные пользователя.
3. Интересным аспектом является широкий спектр заболеваний, которые можно диагностировать с помощью комбинации рассмотренных датчиков. Например, сигналы PPG содержат информацию о частоте сердечных сокращений, SpO₂, кровяном давлении и частоте дыхания, и датчики могут измерять их с медицинским качеством. Поэтому сигнал PPG можно использовать для диагностики тревожности, фибрилляции предсердий, гипертонии, апноэ во сне, беременности, стресса и инсульта. Отслеживание активности позволяет диагностировать такие заболевания, как артрит, биполярное расстройство, болезнь Паркинсона, синдром беспокойных ног, судороги и бессонница. После этого аускультация позволяет диагностировать такие

заболевания, как обычная простуда и тепловой удар, вызывающий изменения в дыхании. Наконец, ЭМГ может использоваться в сочетании с аускультацией для диагностики заболеваний, связанных с сердечно-сосудистой системой и нервно-мышечными расстройствами. Если объединить эти четыре датчика в одном носимом устройстве, это позволит диагностировать до 46 наиболее распространенных заболеваний, от которых страдает человек. Вероятность того, что каждый человек в течение жизни заболит хотя бы одним из этих заболеваний, значительно высока, поэтому носимый прибор с комбинацией датчиков имеет высокую ценность. Кроме того, помимо клинической диагностики, эти устройства можно использовать и для других целей. Например, ЭМГ позволяет управлять протезами и даже может выступать в качестве элемента управления для взаимодействия с приложениями и человеческими компьютерными интерфейсами. Ярким примером этого является контроллер MYO, который в настоящее время находится на рынке и используется в приложениях для образа жизни и в качестве устройства HCI (Human Computer Interaction). Более того, было доказано, что контроллер MYO обеспечивает клинически сопоставимые данные. Еще один важный сценарий применения ЭМГ, требующий использования IoT,— это программы двигательной реабилитации. Сочетание этих устройств в рамках IoT позволит охватить не менее 70% диагностики заболеваний без необходимости физического присутствия пациента у врача.

4. Как было сказано выше, нам удалось изучить возможные аппаратные конструкции биомедицинских носимых устройств, необходимые для них компоненты и некоторые их ограничения. Будущее носимых устройств представляется многообещающим, и существует значительный потенциал в проектировании и разработке носимых устройств для различных применений. При той скорости, с которой развивается эта отрасль, дальнейшее совершенствование безопасности и технологических аспектов будет только продолжаться. Одним из основных факторов, способствующих этому, является коллективный интерес правительств, промышленности и научного сообщества. На самом деле, результаты и разработки, изложенные в данной статье, облегчат и ускорят исследования, проводимые в области машинного обучения и систем искусственного интеллекта (ИИ) для принятия обоснованных решений в области технологий и оказания медицинской помощи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ray S. Guest Editors' Introduction: Wearables, Implants, and Internet of Things/ S. Ray, J. Park, S. Bhunia // IEEE Transactions on Multi-Scale Computing Systems, 2015. Vol. 1, № 02, pp. 60–61.
2. Ometov A. Facilitating the Delegation of Use for Private Devices in the Era of the Internet of Wearable Things / A. Ometov, S.V. Bezzateev, J. Kannisto, J. Harju, S. Andreev and Y. Koucheryavy // IEEE Internet of Things Journal, 2017. Vol. 4, № 4, pp. 843–854.
3. Haghi M. Wearable Devices in Medical Internet of Things: Scientific Research and Commercially Available Devices/ M. Haghi, K. Thurow, R. Stoll // Healthc Inform Res., 2017. № 23(1), pp.4–15.
4. Athavale Y. Biosignal monitoring using wearables: Observations and opportunities / Y. Athavale, S. Krishnan // Biomedical Signal Processing and Control, 2017. Vol. 38. Pp 22–33.
5. Arduino. Available online: <https://www.arduino.cc/>(accessed on 05 June 2022).
6. Ghamari M. Design and Prototyping of a wristband-type Wireless Photoplethysmographic device for Heart Rate Variability Signal Analysis / M. Ghamari, C. Soltapur, S. Cabrera, R. Romero, R. Martinek, H. Nazeran // IEEE Eng. Med. Biol. Soc. 2016, 467–497.
7. Jong GJ. The PPG Physiological Signal for Heart Rate Variability Analysis / GJ. Jong, Aripriharta, GJ. Horng // Wireless Pers Commun 97, 5229–5276 (2017).
8. Yang D. SpO2 and heart rate measurement with wearable watch based on PPG/ D. Yang, J. Zhu, P. Zhu // 2015 IET International Conference on Biomedical Image and Signal Processing (ICBISP 2015), 2015, pp. 1–5.
9. iHeart. Available online: <https://goiheart.com/>(accessed on 21 October 2018).
10. Milosevic B. Design Challenges for Wearable EMG Applications /B. Milosevic, S. Benatti, E. Farella // In Proceedings of the Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE), Lausanne, Switzerland, 27–31 March 2017.
11. Myo Armband. Available online: <https://www.myo.com/>(accessed on 21 October 2018).
12. Mayat U. Towards a low-cost point-of-care screening platform for electronic auscultation of vital body sounds / U. Mayat, F. Qureshi, S. Ahmed, Y. Athavale, S. Krishnan // 2017 IEEE Canada International Humanitarian Technology Conference (IHTC), 2017, pp. 1–5.
13. Fortune E. Validity of using tri-axial accelerometers to measure human movement — Part II: Step counts at a wide range of gait velocities / E. Fortune, V. Lugade, M. Morrow, K. Kaufman // Medical Engineering & Physics. 2014 Jun, 36(6), pp. 659–669.
14. Shi W. Edge Computing: Vision and Challenges / W. Shi, J. Cao, Q. Zhang, Y. Li, L. Xu // IEEE Internet of Things Journal, vol. 3, № 5, pp. 637–646.
15. Датчик пульса. Available online: <https://pulsesensor.com/>(accessed on 05 June 2022).
16. Аналоговый датчик ЭМГ. Available online <https://www.manualshelf.com/manual/dfrobot/sen0240/user-manual-english.html> (accessed on 05 June 2022).
17. Электретный микрофон. Доступно онлайн <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Sound/CEM-C9745JAD462P2.54R.pdf> (accessed on 05 June 2022).
18. Спецификация продукта MPU-9250. Available online: <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/PS-MPU-9250A-01-v1.1.pdf> (accessed on 05 June 2022).

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА РЫНКЕ СКЛАДСКИХ УСЛУГ НА ТРАНСПОРТЕ

SYSTEMATIZATION OF MATHEMATICAL MODELS IN THE MARKET OF WAREHOUSE SERVICES IN TRANSPORT

V. Antipenko
N. Babich
K. Galkin
N. Nikolaeva

Summary. Over the years of operation, machine-building enterprises often accumulate surplus reserves of resources, both initial material resources and finished products, which lie in warehouses, morally and physically become obsolete, losing their value, and actually freeze the funds invested in them. The problem of logistics arises — the problem of increasing the efficiency of stock management systems for spare parts for special-purpose vehicles by building models, their algorithms and optimization. Lack of stocks can disrupt the stability of production, lead to downtime and losses. Excessive stock leads to higher production costs and worsens economic performance. Therefore, there is a certain cost-optimal level of stock. It is a typical logistical challenge to find the optimal combination of these conflicting requirements. Published data show that there is a gap between theory and practice of inventory management. Therefore, the main problem of optimizing inventory levels is to find such a level that would provide economic efficiency and continuity of the production process with the minimum required level of inventory at the enterprise. We restrict ourselves to considering the theory of inventory management in warehouses of production systems.

Keywords: logistics, inventory management systems, stochastic models and algorithms.

Антипенко Виталий Сафронович

*Д.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «Российский университет
транспорта»
antipenkovs7@mail.ru*

Бабич Николай Сергеевич

*Аспирант, ФГАОУ ВО «Российский университет
транспорта»
babichnikolay35@gmail.com*

Галкин Константин Владимирович

*Инженер ПТО, ООО «Дефшов»
galkin_kosty@bk.ru*

Николаева Наталия Семёновна

*Старший преподаватель, м.н.с., Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана
lepina_n@mail.ru*

Аннотация. На предприятиях машиностроения, за годы работы нередко накапливаются излишние запасы ресурсов, как исходных материальных ресурсов, так и готовой продукции, которые пролеживают на складах, морально и физически устаревают, теряя свою стоимость, и фактически замораживают вложенные в них средства. Возникает проблема повышения эффективности систем управления запасами запасных частей для машин специального назначения, путем построения моделей, их алгоритмизации и оптимизации. Отсутствие запасов может нарушить устойчивость производства, привести к простоям и убыткам. Избыточный запас приводит к удорожанию производства, ухудшает экономические показатели. Следовательно, существует некоторый оптимальный по затратам уровень запаса. Это типичная задача логистики — найти оптимальное сочетание указанных противоречивых требований. Опубликованные данные показывают, что имеет место разрыв между теорией и практикой управления запасами. Поэтому главная проблема оптимизации уровней запасов заключается в нахождении такого их уровня, который позволял бы обеспечить экономическую эффективность и бесперебойность процесса производства при минимально необходимом уровне запасов у предприятия. Ограничимся рассмотрением теории управления запасами на складах производственных систем.

Ключевые слова: логистика, системы управления запасами, стохастические модели и алгоритмы.

В развитых странах Европы, США и Японии «...доля продукции товародвижения составляет более 20% валового национального продукта. При этом структура таких расходов из указанной части объема ВВП следующая:

- ◆ на издержки на содержание запасов сырья, материалов, полуфабрикатов, готовой продукции — 44%,
- ◆ на складирование и экспедирование — 16%,
- ◆ на магистральные перевозки грузов — 23%,
- ◆ на технологические перевозки грузов — 9%,
- ◆ на организацию сбыта готовой продукции — 8%.»

По опубликованным данным, «... в западных странах и Японии расходы на материально-техническое обеспечение и транспортировку составляют 30–40% стоимости конечного продукта. Почти половина этих расходов приходится на хранение и содержание запасов материальных ресурсов». Существенное снижение уровня запасов обеспечит повышение конкурентоспособности продукции [1,2,5–7,12,13].

При построении математических моделей системы управления запасами (СУЗ) предпочтение отдается стохастическим моделям, как наиболее адекватным реальным условиям функционирования сложных технических производственных систем. Согласно большинству опубликованных в последнее время работ в моделях управления запасами можно выделить следующие элементы: спрос — динамика расхода запаса на складе предприятия, величина заказа на пополнения запаса на складе и время задержки выполнения заказа. Спрос обычно носит случайный характер, причём функция плотности распределения вероятностей (ФПРВ) требуемых значений априори неизвестна, не говоря уже о численных значениях её параметров. Заявки на пополнение склада выполняются со случайным временем задержки, причём о ФПРВ времени задержки, как правило отсутствует информация не только о её параметрах, но и о принадлежности к тому или иному классу. Функции распределения спроса и времени задержки априори произвольны и неизвестны, и зачастую не унимодальные. Важное значение имеет как величина заказа, так и момент его запроса. В этих условиях, естественно, воспользоваться современными методами информационных технологий, в частности, алгоритмами стохастической аппроксимации. Рассматривается работа системы управления запасами запасных частей на предприятии автостроения. Это типичная задача логистики, и для оптимизации уровня запаса используются технико-экономические характеристики объектов управления и наиболее гибкая стратегия управления запасами (УЗ) из класса простейших — (s, S) стратегия [1,2], с применением методов стохастической

аппроксимации [3,4] для установления оптимальных значений уровней s и S .

Опубликованные работы [5–7] показывают, что имеет место разрыв между теорией и практикой управления запасами. Поэтому главная проблема оптимизации уровней запасов заключается в нахождении такого их уровня, который позволял бы обеспечить экономическую эффективность и бесперебойность процесса производства при минимально необходимом уровне запасов у предприятия. [8–13]

В качестве стратегии управления запасами выбрана (s, S) — стратегия, как наиболее гибкая из класса простейших [1], со случайным спросом и случайным временем задержки [1,3].

Построенная авторами модель СУЗ с использованием (s, S) — стратегии на основе стохастических методов [3], позволила оптимизировать s, S — уровни запасов инструментов и принадлежностей (ЗИП) на складе предприятия. На рисунках 1 и 2 представлена, как одноуровневая, так и 3-х уровневая система обеспечения отдельных изделий одиночными комплектами ЗИП-О из завода, склада, базы и т.п., ограниченность которых не учитывается при расчете показателей уровня комплекта ЗИП данного изделия.

В модели работы склада учитываются основные виды затрат:

1. функции h -затраты на хранение, зависящие от уровня запаса, d -затраты на дефицит, c -затраты на пополнение уровня запаса; указанные виды затрат зависят соответственно от уровня запаса u , динамики случайного спроса x , величины дефицита и величин поставляемых партий запасов;
2. учитывается стохастичность априорной информации о запасах, спросе, времени задержки пополнения запаса, рассматриваются текущие затраты и математическое ожидание величины суммарных затрат.
3. предполагая существование эффективных (s, S) значений в качестве критерия эффективности, построен функционал качества $I(s, S)$ (формула (1), где (s', S') набор текущих фактических значения. Указанные выше виды затрат зависят соответственно от уровня запаса u , динамики случайного спроса x , величины дефицита и величины поставляемых партий.

Критерий эффективности имеет смысл среднеквадратичного отклонения затрат при случайных фактических значениях уровней (s', S') , от затрат при искомым оптимизируемых значениях уровней (s, S) [1–4]:



Рис. 1. Одноуровневая линейная структура системы обеспечения изделия одиночным комплектом ЗИП, где: НИП—неисчерпаемый источник пополнения запасов; ЗИП–О — одиночные комплекты ЗИП.

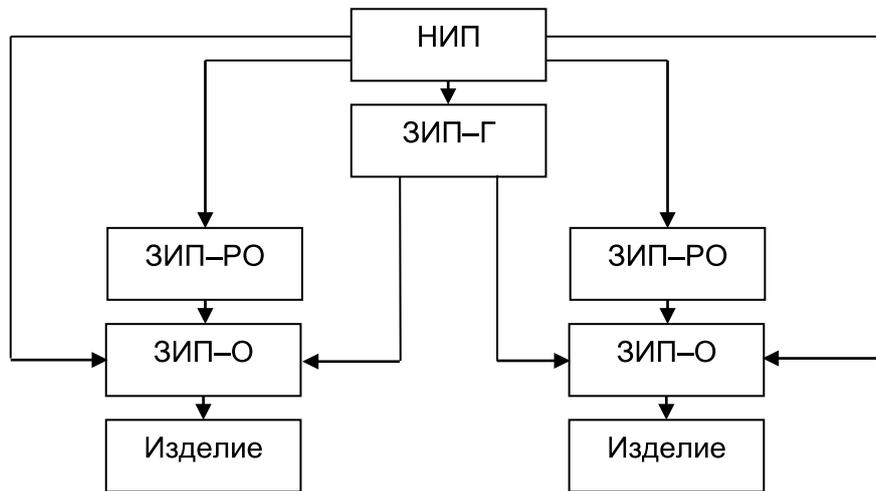


Рис. 2. Трёхуровневая структура обеспечения изделий с восстановлением элементов ЗИП–О где: ЗИП–РО — комплект ЗИП для ремонтного органа.

$$I(s, S) = M_{s', S'} \{ [z(s', S') - z(s, S)]^2 \} \rightarrow \min (1) \\ s, S$$

В системе с мгновенными поставками дефицит возможен только при $s < 0$. Если в системе существует задержка, то и при $s > 0$ может появиться дефицит. В работе рассмотрены и другие иерархические структуры системы управления запасами (СУЗ) запчастей и принадлежностей (ЗИП).

Известно, что в рамках (s, S) -стратегии при $y \geq s$ система не реагирует на спрос, а при $y < s$ посылается заказ на пополнение запаса в размере $(S - y)$, который при нулевой задержке поступает «мгновенно» на склад.

Моделью с нулевым временем задержки можно пользоваться, если время доставки заказа на склад меньше интервала времени между двумя заявками. Здесь же рассматривается более общая СУЗ со случайным временем задержки доставки заказа. Неудовлетворенные заявки не покидают систему, а ждут, пока дефицит запаса не будет устранен очередной поставкой. Все исследование проводится для дискретного спроса.

На рис. 3–5 приведены результаты вычислений s и S для различных объектов ЗИП на предприятии. Со-

шедшие значения отвечают оптимальной стратегии управления запасами выбранных объектов.

$$S[p] = S[p - 1] - \gamma_1[p][Z(s'[p], S'[p]) - Z(s[p - 1], S[p - 1])] * \frac{\partial z}{\partial S}(s[p - 1], S[p - 1]) \quad (2)$$

$$s[p] = s[p - 1] - \gamma_2[p][Z(s'[p], S'[p]) - Z(s[p - 1], S[p - 1])] * \frac{\partial z}{\partial s}(s[p - 1], S[p - 1]) \quad (3)$$

Искомые оптимальные значения (s, S) доставляют $\min I(s, S)$ критерию качества (формулы (2) и (3)).

Учитывая, что функции плотности распределения вероятностей (ФПРВ), как спроса, так и времени задержки, произвольны и априори не известны и не заданы в аналитическом виде, а их установление и обоснование является самостоятельной задачей, выходящей за рамки данной работы, и задача является существенно нелинейной, воспользуемся методами стохастической аппроксимации, оценивая искомые значения уровней (s, S) . При этом потребуются вспомогательные соотношения моделирующие динамику уровня запаса (формула (4)), средние затраты (формулы (5–6)) и оценку значения целевого функционала методами же стохастической аппроксимации (формула (7)).

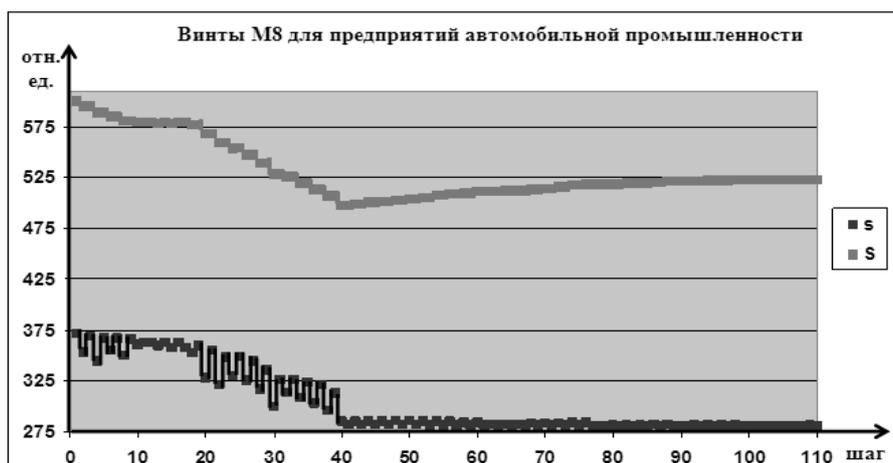


Рис. 3. График изменения уровней s, S запаса винтов М8 на складе предприятия автомобильной промышленности в процессе вычислений

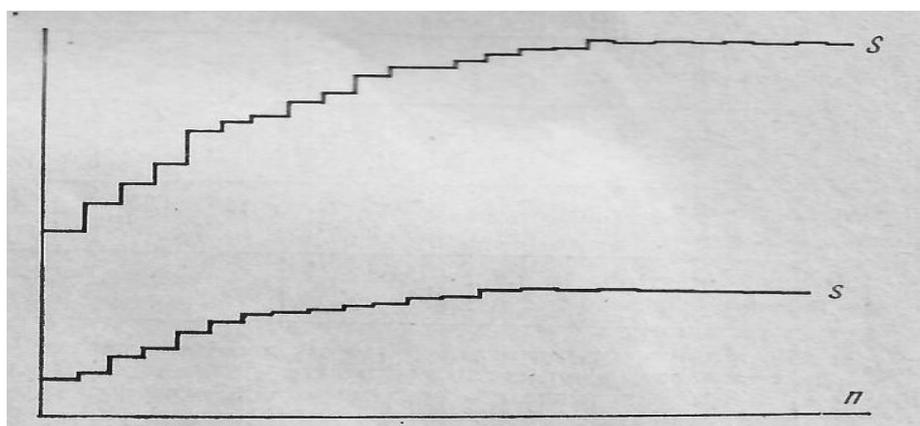


Рис. 4. График изменения уровней s, S (в относительных единицах по оси ординат) в функции от номера шага вычисления n на ЭВМ для запаса сверл $d=1,8$ мм

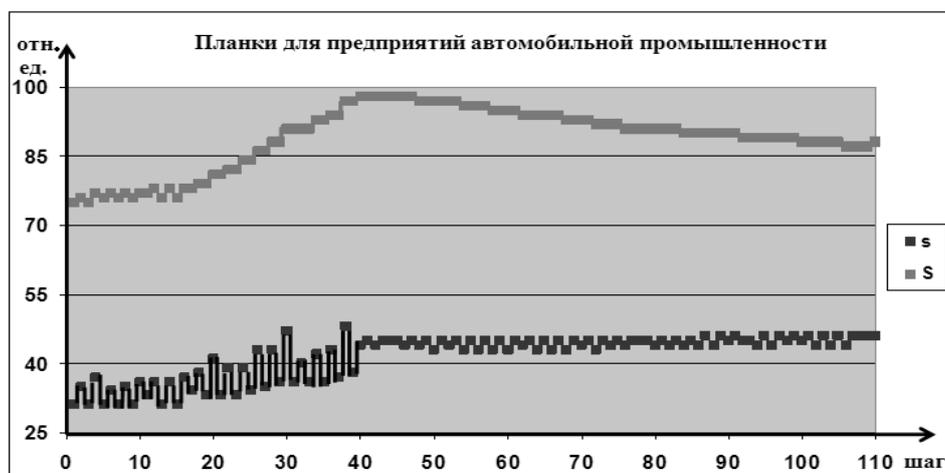


Рис. 5. График изменения уровней s, S запаса планок на складе предприятий автомобильной промышленности в процессе вычислений.

Коэффициенты γ_i влияют на характер и скорость сходимости соответствующего рекуррентного соотношения. Их выбору посвящен большой объем литературы, они построены с учётом условий сходимости: (с одной стороны они должны уменьшаться, чтобы не проскочить экстремум, а с другой стороны должны уменьшаться не слишком сильно, чтобы за разумное время достигнуть экстремума[3]).

Динамика текущего уровня запасов описывается уравнением:

$$y_k(x[q], m) = y_{k-1}(x[\beta], m_{k-1}) + (S - y_{k-1}(x[\beta], m_{k-1})) * \text{sgn}(s - y_{k-1}(x[\beta], m_{k-1})) - x[q]\epsilon_k(x[q]) \quad (4)$$

Средние затраты характеризуются выражением

$$Z_q = M_x\{Z(s, S)\} \quad (5)$$

и оцениваются рекуррентным соотношением

$$Z_q(l, L) = Z_{q-1}(l, L) - \gamma_3[q]\{h(y(x[q], m)) + d(-y(x[q], m))\text{sgn}(y(x[q], m)) + c(S - y(x[q], m))\text{sgn}(s - y(x[q], m)) - Z_{q-1}\} \quad (6)$$

Оценка значений критерия качества (целевого функционала) также рекуррентным соотношением

$$I_n = I_{n-1} - \gamma_4[n]\{[Z(s'[n], S'[n]) - Z(s[p], S[p])]^2 - I_{n-1}\} \quad (7)$$

Предлагаемая система управления запасами работает лишь с двумя уровнями запасов — минимальным s и максимальным S , чему она и обязана своим названием.

Приводим некоторые практические примеры применения рассмотренной математической модели оптимизации уровней запасов на ряде объектов:

В процессе вычислений в двух последних примерах учитывались затраты на организацию заказа, доставку, дефицит. Соответствующие стоимостные функции — линейные. Последнее не является принципиальным ограничением, а связано с особенностью рассматриваемых объектов. Модель работает для практически достаточно сложных стоимостных функций. Приведенные примеры являются иллюстрацией эффективности предложенной математической модели управления запасами в технических системах.

В изложенной постановке удаётся получить решение указанного класса задач, причём:

1. отпадает необходимость в учёте временного распределения спроса, что существенно сокращает трудоёмкость сбора информации и дальнейших вычислений;
2. количество стоимостных функций можно увеличить, не меняя схемы решения;
3. можно решать задачи и для нелинейных стоимостных функций;
4. метод можно применять и к другим стратегиям управления запасами, в частности для случая изменяющихся s, S от периода к периоду;
5. использование адаптивного подхода освобождает от необходимости предварительной обработки информации; позволяет получать решение в более широком классе функций по сравнению с аналитическим подходом; приводит к оптимальным решениям при статистически малом объёме информации, что важно в конкретных ситуациях, когда функционирование систем в режиме, далёком от оптимального, обходится недёшево; удобно для применения на ЭВМ, т.к. решение получается в виде рекуррентных соотношений.

Проблема оптимального управления запасами — как одна из проблем логистики, далека от своего завершения. В каждом отдельном случае нужно выбирать соответствующую наиболее подходящую стратегию управления запасами, и строить математическую модель СУЗ. Одной из наиболее удачных стратегий управления запасами является (s, S) стратегия из класса простейших.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжиков Ю.И., Теория очередей и управление запасами. 2001, СПб., «Питер», 384с.
2. Рыжиков Ю.И., Численные методы теории очередей. 2019, М., «Лань», 512с.
3. Цыпкин Я.З., Информационная теория идентификации, М., Наука, 1995, 336 с
4. W.Feller, An introduction to probability theory and its applications volume 1,2. Third Edition, New York, 1970.
5. Bertazzi L., Paletta G., Speranza M.G. Deterministic Order-Up-To Level Policies in an Inventory Routing
6. Fumero F., Vercellis C. Synchronized Development of Production, Inventory and Distribution Schedules // Transp. Science. — 1999. — 33 (3). — P. 330–340

7. Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика интегрированная цепь поставок. 2-е изд. М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2008 г. — 640 с. Пер. с англ. Н.Н. Барышниковой, Б.С. Пинскера.
8. Внедрение электронного управления цепями поставок (E-SCM). Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», журнал «Логистика и управление цепями поставок», № : 4 (75) Год: 2016 Страницы: 41–51, ISSN: 2587–6775
9. Управление производством на базе стандарта MRP II, Гаврилов Д.А. 2008, 416с.
10. М. Кристофер. Логистика и управление цепочками поставок. 320с. 2004 г.
11. Логистика. Теория и практика. Основные и обеспечивающие функциональные подсистемы логистики., в 2ч. Ред. Аникин Б.А., Родкина Т.А., 2014 г., 603с.
12. Сток Дж.Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой. Пер. с 4-го англ. изд. — М.: ИНФРА-М, 2005, XXXII. — 797 с
13. Waters D. Global Logistics New directions in supply chain management / D. Waters., S. Rinsler CPI Group (UK), 2014. — 78 p

© Антипенко Виталий Сафронович (antipenkovs7@mail.ru), Бабич Николай Сергеевич (babichnikolay35@gmail.com),
Галкин Константин Владимирович (galkin_kosty@bk.ru), Николаева Наталия Семёновна (lerina_n@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет транспорта (МИИТ)

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ ЦИФРОВОЙ ИНТЕГРАЦИИ ДЛЯ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ДЕФИНИЦИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ

ECONOMIC RISKS OF DIGITAL INTEGRATION FOR LARGE INDUSTRIAL ENTERPRISES: DEFINITION AND EVOLUTION OF APPROACHES

**A. Vaulin
A. Golovina**

Summary. In the context of the financial and economic crisis, sanctions and other conditions that increase the uncertainty and turbulence of the environment, it is important for large industrial enterprises to understand economic risks in order to ensure sustainable operation. Currently, one of the basic factors contributing to the active development of industrial enterprises is effective digital integration. In this regard, using general scientific methods of cognition, such as analysis, synthesis, grouping, the authors of the study presented the evolution of approaches to the development of the theory of economic risk in the world; systematized the existing definitions of economic risk; developed the author's definition of the economic risk of digital integration for large industrial enterprises. The results of the study are useful to the scientific community and specialists of large industrial enterprises carrying out research in the sphere of digitalization. The prospect of future research is the development of a classification of economic risks of digital integration for large industrial enterprises.

Keywords: economic risks, digital integration, economic risk of digital integration, the concept of digital integration, digitalization of industrial enterprise activity.

Ваулин Андрей Сергеевич

Соискатель, Уральский государственный
экономический университет
Andrey50396@gmail.com

Головина Алла Николаевна

Д.э.н., профессор, Уральский государственный
экономический университет
vshko@inbox.ru

Аннотация. В рамках финансово-экономических кризисов, санкционных ограничений и иных условий, способствующих повышению неопределенности и турбулентности среды, для крупных промышленных предприятий является актуальным понимание экономических рисков в целях повышения устойчивого функционирования. В настоящее время одним из базовых факторов, способствующих активному развитию промышленных предприятий, является обеспечение эффективной цифровой интеграции. В связи с этим, используя общенаучные методы познания, такие как анализ, синтез, группировка, по итогам исследования авторами представлены эволюция подходов к развитию теории экономического риска в мире; систематизированы существующие трактовки понятия экономического риска; разработана авторская дефиниция экономического риска цифровой интеграции для крупных промышленных предприятий. Полученные результаты являются полезными научному сообществу и специалистам крупных промышленных предприятий, осуществляющим исследования в области цифровизации. Перспективой будущих исследований является разработка классификации экономических рисков цифровой интеграции для крупных промышленных предприятий.

Ключевые слова: экономические риски, цифровая интеграция, экономический риск цифровой интеграции, понятие цифровой интеграции, цифровизация деятельности промышленного предприятия.

Введение

Наличие экономических рисков свойственно для любого сектора народного хозяйства. В России впервые серьезное внимание данной теме было уделено крупными банками, инвестиционными и страховыми компаниями [6]. Организовывались специальные отделы по исследованию рисков, активно принимались компетентные в этой области специалисты. Несколько позднее процессы выявления, оценки и предотвращения рисков стали актуальными и для промышленных предприятий, как сложных финансово-экономических систем, которым свойственна многоаспектность деятельности по маркетинговому

исследованию, разработке, промышленному дизайну, производству и реализации высокотехнологичных товаров, особым требованиям к их сервисному обслуживанию и утилизации.

В настоящее время одним из ключевых внутренних видов деятельности, способствующих значительному повышению эффективности функционирования промышленных предприятий, выступает цифровая интеграция, под которой автором понимается состояние связанности научно-технических и производственно-технологических процессов предприятия на основе применения цифровых технологий и объединения ресурсов в целях обеспечения высокой технологичности

Таблица 1. Эволюция подходов к развитию теории экономического риска в мире

Этап	Наименование подхода и период	Суть подхода
1	Пророческий (Древний Рим, Древний Китай)	Первое подобие познания риска заключалось в подготовке гадальных прогнозов и практических советов для великих правителей тех времен.
2	Эмпирический (XV–XVII вв.)	Риск рассматривался с точки зрения вероятности его наступления и исхода азартных игр. Экономическое содержание понятия связывалось с развитием страхового бизнеса в связи с активным становлением мировой торговли, банковского дела.
3	Статистический (XVIII в.)	Разработаны методы выявления и прогнозирования рисков (закон больших чисел и процедуры статистики, стандартное отклонение, ожидаемая полезность и пр.)
4	Научный (XVIII в.-XX вв.)	Всестороннее научное исследование риска, становление теории принятия решений в условиях неопределенности и риска, теории ожиданий, теории общественного выбора.
5	Технологический (XX в.)	В условиях гонки вооружений, усиления глобальных экологических проблем получили развитие способы минимизации и предотвращения экономического риска.
6	Прикладной (кон. XX в. по н.в.)	Практическое применение теории экономического риска на основе синтеза актуальных направлений и школ, моделей и методов выявления, оценки, прогнозирования и минимизации рисков.
7	Интеграционно-цифровой (XXI в.)	Накопление разного рода данных о различных видах экономических рисков для широкого спектра ситуаций, требующее разработки и внедрения цифровых технологий быстрой обработки и прогнозирования рисков событий в целях обеспечения связанности научно-технических и производственно-технологических процессов промышленного предприятия, обеспечения высокой технологичности изделий и повышения экономической эффективности предприятия.

Составлено автором по материалам [2]

изделий. Однако, экономические эффекты от развития цифровой интеграции могут быть серьезно упущены ввиду непонимания содержания характерных для нее рисков. В связи с этим целью настоящей работы является теоретическое обоснование и разработка дефиниции экономических рисков цифровых интеграций в деятельности крупных промышленных предприятий.

В настоящее время существует несколько подходов к определению понятия риск. По мнению авторов [2, с. 12], «риск» происходит от древнеитальянского глагола «risicare» (сметь, дерзать, отважиться). Согласно исследованиям [1, с. 7], происхождение термина связано с греческими словами «ridsikon», «ridsa» (утес, скала). Его становление протекало в период длительного перехода от средневековья к современной действительности, преимущественно используя в сферах торговли и мореплавания. В те времена риск отождествлялся с прямой опасностью для жизни. Далее данному термину было уделено больше внимания и с середины XX в. теория экономического риска окончательно оформилась в отдельную науку [1, с. 8].

Эволюция подходов к развитию теории экономического риска достаточно подробно изложена в работе В.Н. Вяткина и др. [2]. Основываясь на данных исследованиях, становится возможным обобщить шесть основных этапов: пророческий, эмпирический, статистический, научный, технологический, прикладной (таблица

1). При этом, по мнению авторов настоящей работы, в современных условиях следует выделить седьмой — интеграционно-цифровой подход.

Основателями теории экономических рисков считаются Д. ж.С. Милль, А. Смит, Н. Сениор и Ф.Х. Найт. Классическая школа, базирующаяся на их трудах, связывала риск с возможностью потерь в результате экономического действия, осуществления выбранного решения [1, с. 8]. Неоклассическая теория (А. Маршалл, А. Пигу и Я. Магнуссен) обращает внимание на взаимосвязь колебаний прибыли и величины риска. Предельно полезным считалось максимально точно определить прогнозируемую прибыль нежели ее ожидаемую величину, подверженную серьезным колебаниям [1, с. 9]. Д. ж.М. Кейнс дополнил теорию экономических рисков фактором азарта, объясняющим готовность предпринимателя идти на больший риск ради прибыли и удовольствия [1, с. 9]. Дж. фон Нейман в рамках теории игр отметил, что риск связан с неопределенностью, выраженной в неясности намерений других игроков. Поэтому условием его снижения является познание стратегии противника посредством переговоров и некоторого торга [1, с. 9].

Современная школа теории экономического риска представлена такими учеными, как Г. Марковитц, П. Бернштейн, Р. Верстерфилд, Дж. Джаффе, Д. Канеман, С.А. Росс, Э. Тверски [1, с. 10]. Так, Гарри Марковитц об-

ратил внимание на методы снижения риска за счёт диверсификации инвестиционного портфеля, оценки соотношения уровня риска и доходности на вложенный капитал [1, с. 10]. Р. Верстерфилд, Дж. Джаффе, С. Росс рассматривали риск как неопределенность в отношении перспективных результатов и оценивали величиной отклонения фактического уровня показателей доходности от среднего значения [1, с. 10]. Д. Канеман, Э. Тверски отметили, что предприниматели отвергают не сам риск, а вероятные экономические потери, связанные с ним [1, с. 11].

Значительные исследования проведены и отечественными учеными в области развития теории экономического риска. А.Л. Баранников, М.В. Данилина отмечают, что содержание экономического риска отличается от других его видов тем, что «он проявляется только при принятии хозяйственных решений в условиях неопределенности и представляет собой совокупность экономических, политических, экологических, моральных и других последствий, которые могут произойти или не произойти в результате осуществления этого решения» [1, с. 11]. По их мнению, в упрощенном смысле под экономическим риском необходимо понимать «вероятность отклонения прибыли от ожидаемого значения в силу действия различных объективных и субъективных факторов неопределенности» [1, с. 11].

А.Н. Фомичев акцентирует внимание, что с позиции современной бизнес-среды экономические риски представляют собой «потенциально существующую вероятность потери ресурсов или неполучения доходов» [7]. Соглашаясь с автором, отметим, что предпосылками для возникновения экономического риска являются [7]:

- ◆ Неопределённость условий (неполная ясность факторов, необходимых для обеспечения эффективной финансово-экономической деятельности промышленного предприятия);
- ◆ Изменчивость среды (зависимость от изменения социальных, политических, правовых и иных внешних факторов);
- ◆ Неверность фактических данных (неполнота и недостоверность информации о текущем состоянии объекта исследования и его окружающей среды);
- ◆ Ошибки в прогнозе (отклонение параметров развития деятельности промышленного предприятия от предполагаемого уровня).

Следствием данных предпосылок или, иными словами, проявлением наступления риска будут являться [7]:

- ◆ Убыток (отрицательный результат по итогам проведения конкретной коммерческой операции);
- ◆ Отсутствие прибыли (получение нулевого результата от коммерческой деятельности).

Н.Б. Ермазова [4] в своих трудах придерживаются позиции, что в качестве термина «риск» необходимо понимать измеримую неопределенность или вероятностную определенность для конкретной моделируемой ситуации. При этом справедливо добавляется, что термины «риск» и «неопределенность» не могут отождествляться, поскольку риск обозначает недостаток определенности, а неопределенность — полное отсутствие какой-либо определенности. Кроме того, Н.Б. Ермазова отмечает несколько стадий развития риска [4]:

- ◆ Стадия 1 «Зарождение рискованной ситуации». Предполагает необходимость анализа прогнозируемых рискованных ситуаций и разработки последующих мероприятий для их нейтрализации в случае наступления событий для обеспечения планового уровня экономической эффективности.
- ◆ Стадия 2 «Появление рискованной ситуации». Осуществляется анализ фактической ситуации и при реальном наступлении событий реализуется запланированная совокупность мероприятий при определенной их корректировке в случае возникновения непредвиденных отклонений.
- ◆ Стадия 3 «Прекращение рискованной ситуации». По итогам проведения мероприятий осуществляется анализ степени нейтрализации риска и достижения планового уровня экономической эффективности с последующим накоплением знаний о превентивных действиях в случае наступления аналогичных событий.

При этом итогом прохождения данного цикла, по мнению Н.Б. Ермазовой, является оценка качества риска, то есть результата, возникшего в случае наступления рискованной ситуации. Тогда выделяется [4]:

- ◆ Положительное качество риска (при достижении планового уровня экономической эффективности либо его увеличения);
- ◆ Отрицательное качество риска (при нулевом уровне экономической эффективности либо убытке).

Г.Г. Димитриади [3] считает, что риском является «возможность реализации опасности в будущем» или «мера всех опасностей, приписанных субъектом риска объекту риска». Под опасностью понимается «субъективное представление о возможности утраты свойств некоторого объекта». Таким образом, выделяются:

- ◆ Объект риска — экономический актив, по отношению к которому может возникнуть риск (например, имущество, предприятие и пр.);
- ◆ Субъект риска — лицо, которое владеет экономическим активом или каким-то образом заинтересовано в нем (например, собственник предприятия, специалист по оценке рисков и т.д.).

Соглашаясь с позицией А.Л. Баранникова, М.В. Данилиной, отметим, что риск обладает следующими функциями [1]:

- ◆ Инновационная (стимулирование разработки и внедрения новых экономических решений в целях повышения устойчивости предприятия в быстро меняющихся условиях хозяйствования);
- ◆ Регулятивная (стимул к реализации разумных и взвешенных экономических решений под страхом потерь);
- ◆ Защитная (отказ от реализации экономических решений, где не соблюдается баланс риска и доходности на вложенный капитал);
- ◆ Аналитическая (анализ альтернативных вариантов экономических решений и выбор наиболее выгодного из них);

Также, на наш взгляд, следует добавить такую функцию, как:

- ◆ Моделирующая (разработка несколько сценариев реализации экономических решений в зависимости от степени риска).

Корабейников И.Н. и др. [5, с. 11] считают, что содержание экономического риска выражается в следующих компонентах: «возможность отклонения от предполагаемой цели; вероятность достижения желаемого результата; отсутствие уверенности в достижении поставленной цели; возможность материальных, нравственных и других потерь, связанных с реализацией выбора альтернативы в условиях неопределенности».

Шкурко В.Е., исследуя риск инвестиционного проекта, отмечает, что под ним понимается «неопределенное событие, которое в случае возникновения имеет позитивное или негативное воздействие по меньшей мере на одну из целей проекта (например, сроки, стоимость, содержание или качество)» [8, с. 6–7].

Все перечисленные научные подходы позволяют обобщить и дать **авторскую дефиницию экономического риска цифровой интеграции промышленного предприятия**, под которым следует понимать негативные обстоятельства, при наступлении которых нарушается состояние связанности научно-технических и производственно-технологических процессов предприятия за счет применения цифровых технологий и объединения ресурсов, что влечет снижение или утрату технологичности изделий и способствует уменьшению или отсутствию экономической эффективности предприятия.

Заключение

По итогам проведенной исследовательской работы получены следующие теоретические результаты:

1. Представлена эволюция научно-прикладных подходов к развитию теории экономического риска. Выявлены семь основных этапов, включая предложенный автором — интеграционно-цифровой.
2. Систематизированы позиции ученых в отношении трактовки, предпосылок, проявлений, качеств, стадий и функций экономического риска. Это позволило отразить основное содержание и природу экономического риска.
3. На основании анализа и обобщения исследований предложена авторская дефиниция экономического риска цифровой интеграции для крупных промышленных предприятий (на примере отрасли машиностроения).

Перспективой будущих исследований является разработка классификации экономических рисков цифровой интеграции с учетом специфики крупных промышленных предприятий, что становится возможным на базе результатов, полученных в настоящей статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранников А.Л. Риск-менеджмент: учебное пособие / А.Л. Баранников, М.В. Данилина. — М.: Русайнс, 2017. — 334 с.
2. Вяткин В.Н. Риск-менеджмент: учебник / В.Н. Вяткин, В.А. Гамза, Ф.В. Маевский. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2016. — 365 с.
3. Димитриади Г.Г. Введение в риск-менеджмент: учебное пособие / Димитриади Г.Г. — М.: ЛитРес, 2019. — 120 с.
4. Ермасова Н.Б. Риск-менеджмент организации / Н.Б. Ермасова. — М.: Альфа-Пресс, 2005. — 239 с.
5. Корабейников И.Н. Риск-менеджмент: учебное пособие / И.Н. Корабейников, О.С. Смотрина, Л.Ю. Бережная. — Оренбург: ОГУ, 2019. — 172 с.
6. Лобанова А.А. Энциклопедия финансового риск-менеджмента: монография / А.А. Лобанова, А.В. Чугунова. — М.: Альпина, 2003. — 785 с.
7. Фомичев А.Н. Риск-менеджмент: учебник для бакалавров / Фомичев А.Н. — М.: Дашков и К, 2018. — 372 с.
8. Шкурко В.Е. Управление рисками проектов: учебное пособие / науч. ред. А.В. Гребенкин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 184 с.

ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ЧАТ-БОТА

CHATBOT BASED LEARNING SYSTEM

M. Georgieva**I. Georgieva****S. Arvanova****A. Chochieva****K. Losanov****D. Tlepshева**

Summary. In the information society, any data can be freely found if necessary. This is where chatbots come into play. The use of chatbots in education contributes to a more effective acquisition and consolidation of knowledge by simulating communication with another person. And since various messengers have become ubiquitous, this is one of the main factors that determined the active creation and successful use of chatbots. That is why this topic is relevant and interesting for consideration. The presence of an educational chatbot in the smartphone of a teenager or a young person will correspond to the style and pace of his life, simplify the process of acquiring knowledge and improve communication between him and the teacher.

Keywords: chatbot, knowledge, learning system.

Георгиева Марьяна Альбековна

Ст. преподаватель, Кабардино-Балкарский
Государственный Университет им. Х.М. Бербекова
(г. Нальчик)
maryana.g@list.ru

Георгиева Ирина Альбековна

Ассистент, Кабардино-Балкарский
Государственный Университет им. Х.М. Бербекова
(г. Нальчик)
irka2725@mail.ru

Арванова Санянт Мухамедовна

Ст. преподаватель, Кабардино-Балкарский
Государственный Университет им. Х.М. Бербекова
(г. Нальчик)
sani_07@mail.ru

Чочиева Асият Мухарбиевна

Ассистент, Кабардино-Балкарский
Государственный Университет им. Х.М. Бербекова
(г. Нальчик)
aska_89-07@mail.ru

Лосанов Хамидби Хабасович

Ст. преподаватель, Кабардино-Балкарский
Государственный Университет им. Х.М. Бербекова
(г. Нальчик)
losanovh@mail.ru

Тлепшева Диана Ануаровна

Кабардино-Балкарский Государственный
Университет им. Х.М. Бербекова (г. Нальчик)
tlepshieva@list.ru

Аннотация. В информационном обществе любые данные могут быть свободно найдены в случае необходимости. И тут на первый план выходят чат-боты. Использование чат-ботов в образовании способствует более эффективному приобретению и закреплению знаний за счет имитации общения с другим человеком. А поскольку различные мессенджеры стали повсеместными, это один из главных факторов, определивших активное создание и успешное использование чат-ботов. Именно поэтому данная тематика актуальна и интересна для рассмотрения. Наличие образовательного чат-бота в смартфоне подростка или молодого человека будет соответствовать стилю и темпу его жизни, упростит процесс приобретения знаний и улучшит коммуникацию между ним и преподавателем.

Ключевые слова: чат-бот, знания, обучающая система.

Целью данного исследования являлась разработка образовательного чат-бота по предметной области «География». Система была реализована на платформе «Telegram».

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи [1–7]:

- ◆ изучить педагогическую составляющую вопроса, проанализировать вовлеченность аудитории, разработать оптимальную схему взаимодействия «пользователь — система»;
- ◆ разработать базу данных, содержащую необходимую информацию по выбранной теме, продумать способы добавления и оценки данных;
- ◆ изучить возможности платформы «Telegram»;
- ◆ разработать модель краудсорсинга для привлечения пользователей;
- ◆ построить примерную блок-схему программы;
- ◆ реализовать программное обеспечение приложения;
- ◆ получить и проанализировать результаты проделанной работы.

В качестве обучающей системы взята диалоговая система, а именно викторина по предметной области «География».

Основные функции системы:

- ◆ Факт дня — вывод интересной информации, связанной с каким-нибудь вопросом викторины;
- ◆ Добавить вопрос — функционал, направленный на добавление пользователем вопроса в базу данных:

- ◆ Оценить вопрос — система оценки пользователями вопросов из базы данных;
- ◆ Ответить на вопрос — вывод вопроса и вариантов ответа, оценка правильности данного пользователем ответа и соответствующее изменение рейтинга;
- ◆ TOP 10 — вывод 10 пользователей с наивысшим рейтингом, а также вывод рейтинга текущего пользователя.

Все взаимодействие пользователя с системой происходит следующим образом:

- ◆ пользователь выбирает необходимое действие;
- ◆ система передает ключ этого действия в базу данных;
- ◆ из базы данных по ключу возвращается соответствующая информация;
- ◆ система выводит полученные данные пользователю.

На рисунке 1 показана схема взаимодействия «система — человек».

Для корректной работы программы вся информация о пользователе и данные, необходимые для викторины хранятся в базе данных.

Основные части БД:

- ◆ Users — таблица с информацией о пользователях;
- ◆ Questions — таблица с информацией о вопросах;
- ◆ Answers — таблица с информацией об ответах.

Связаны они следующим образом:

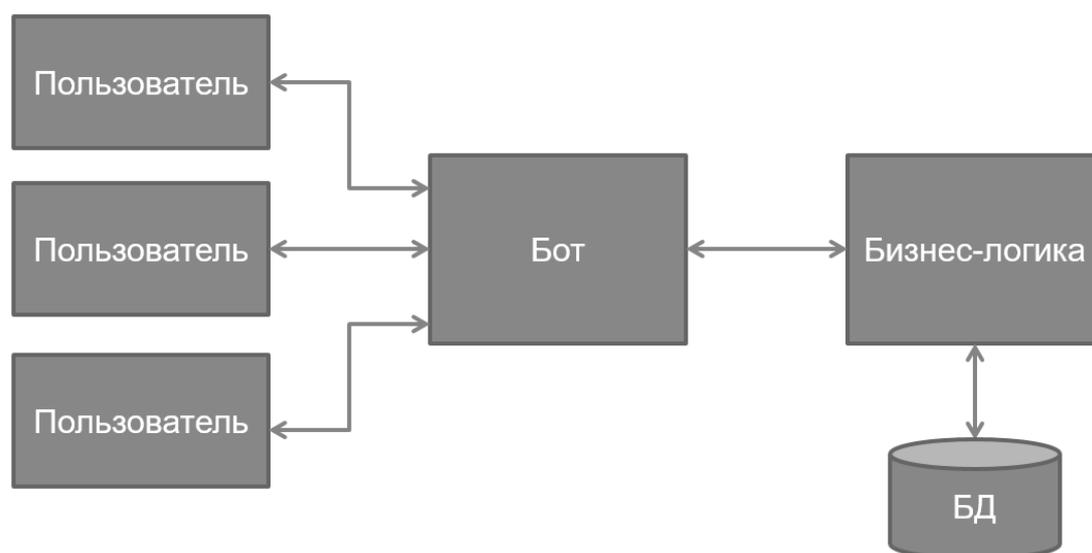


Рис. 1. Взаимодействие система-человек

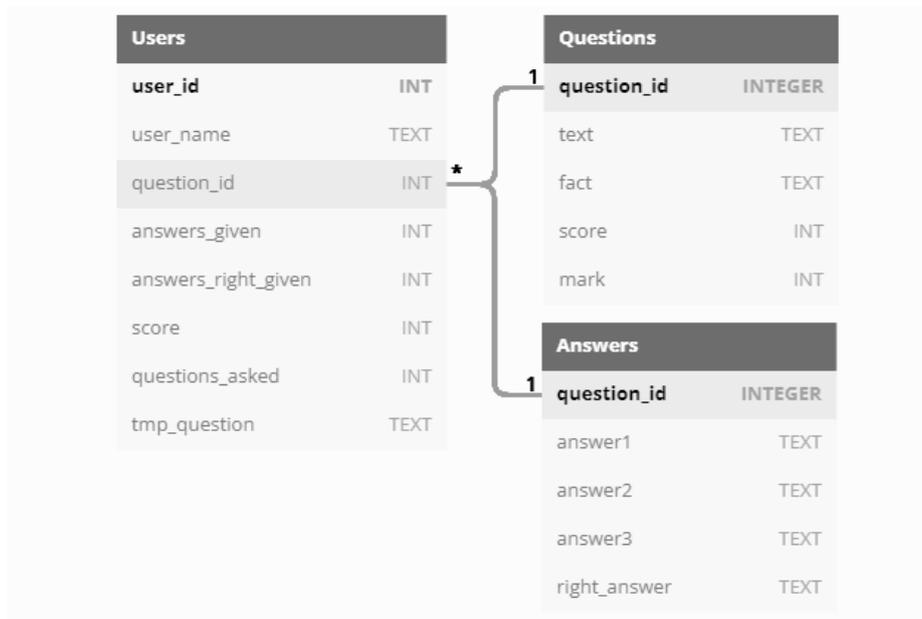


Рис. 2. Схема БД

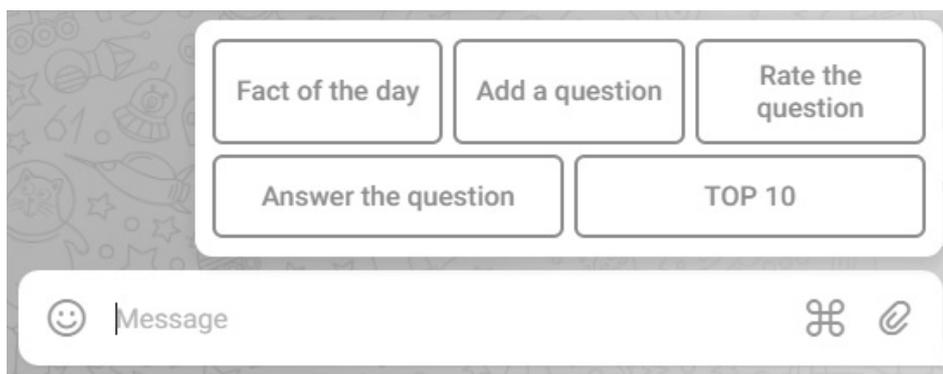


Рис. 3. Управление

Users — главная таблица, связанная через поле question_id с таблицами Questions и Answers.

На рисунке 2 показана схема БД.

Взаимодействие между системой и пользователем происходит на основе «Telegram». Программа написана с применением библиотеки aiogram и использованием БД, описанной выше.

Для удобства все основные функции системы отражены на специальной клавиатуре.

На рисунке 3 показаны клавиши для управления программой.

На рисунке 4 показан один из ответов системы при выборе действия «Fact of the day».

При выборе действия «Answer the question» система дает возможность выбрать один из 4 возможных вариантов ответа. На рисунках 5 и 6 показана реакция системы на верный и неверный варианты соответственно:

Каждый пользователь имеет возможность добавить свой вопрос в систему (рис. 7).

Каждый вопрос, добавленный пользователем или заранее внесенный в БД, предлагается пользователю для оценки по пятибалльной шкале (рис. 8). Таким образом отсекаются некорректные или неактуальные во-

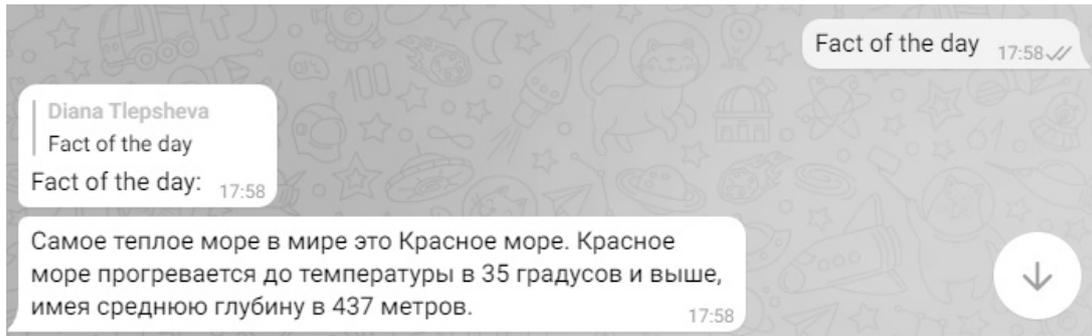


Рис. 4. Результат действия «Fact of the day»

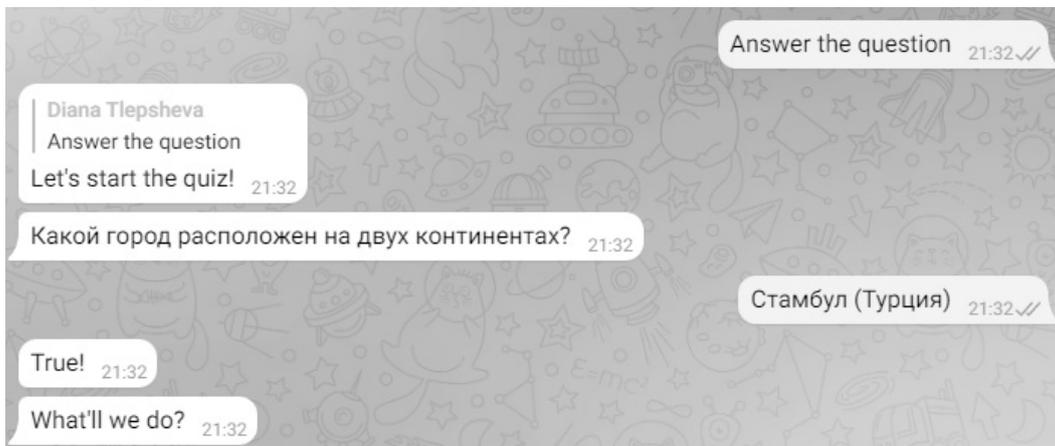


Рис. 5. Результат действия «Answer the question» при выборе правильного ответа

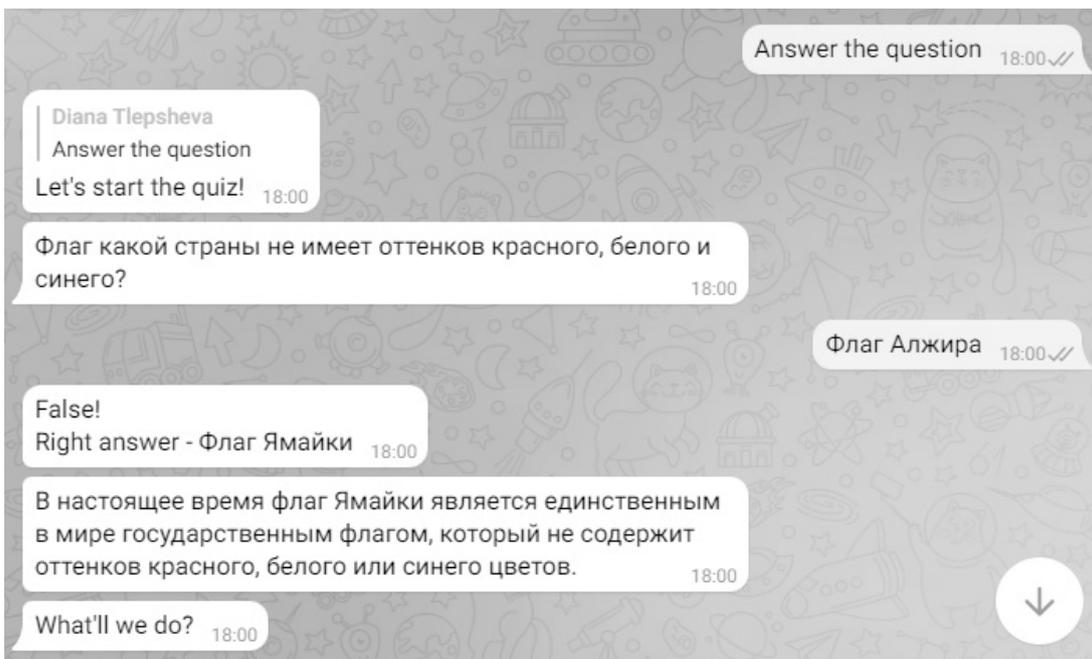


Рис. 6. Результат действия «Answer the question» при выборе неправильного ответа

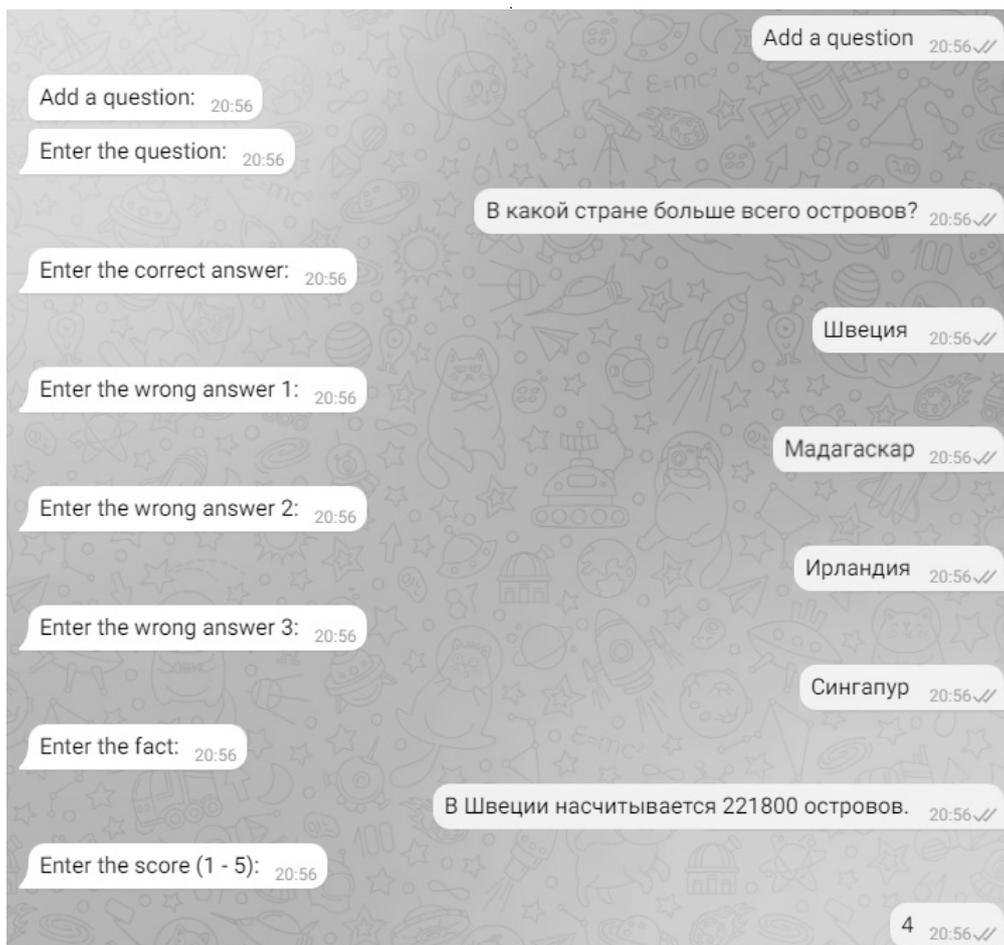


Рис. 7. Результат действия «Add a question»

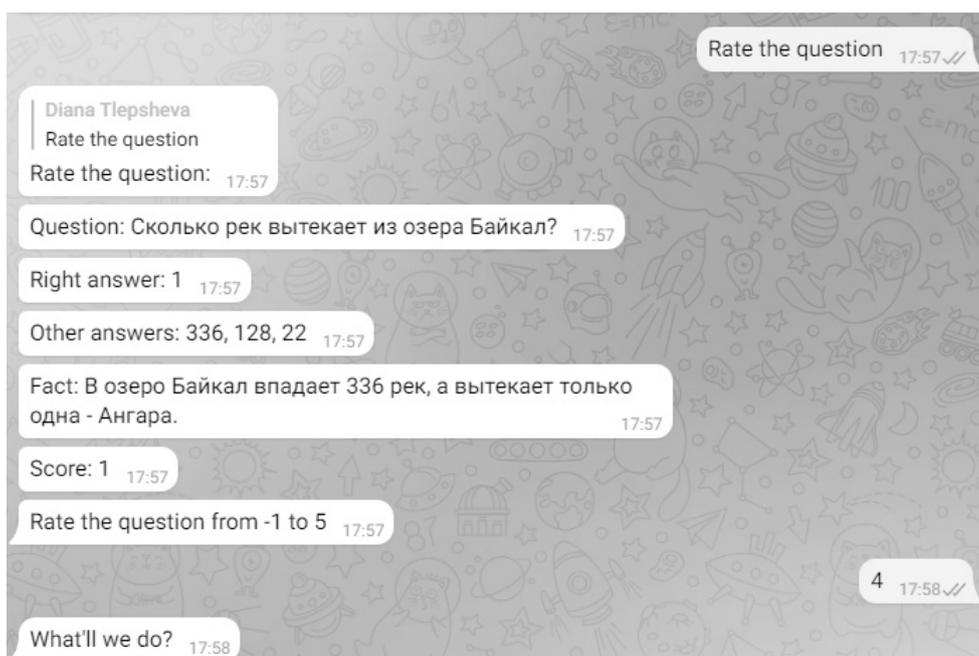


Рис. 8. Результат действия «Rate the question»

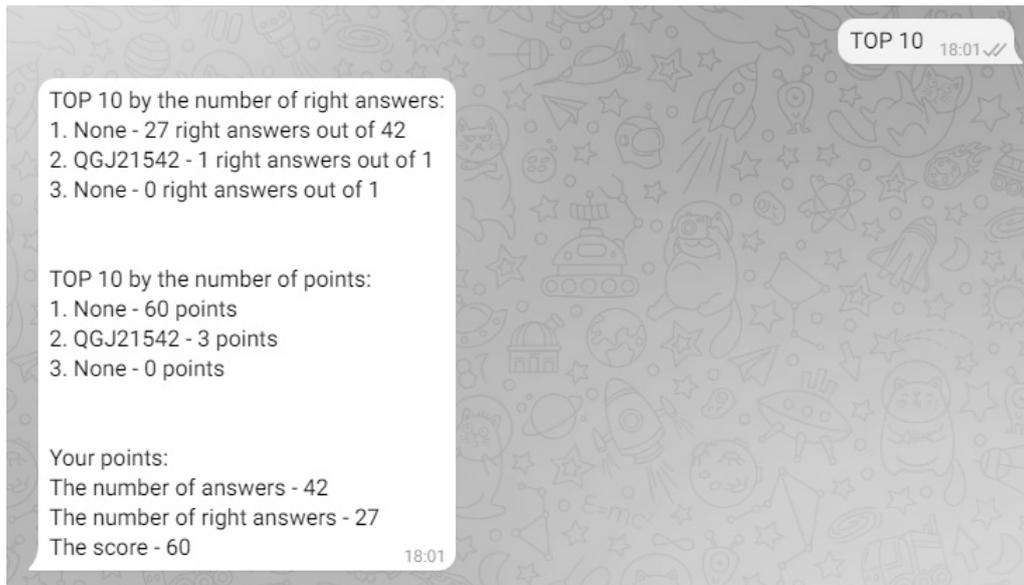


Рис. 9. Результат действия «TOP 10»

просы и факты, а интересные предоставляются пользователям.

В любой момент времени пользователь может узнать свой текущий рейтинг, количество вопросов, на которые он ответил, и посмотреть TOP 10 пользователей (рис. 9).

Подводя итоги, можно сказать, что была разработана и реализована программа, написанная на языке программирования Python, представляющая собой обучающую систему на основе чат-бота. Таким образом, все поставленные задачи решены, и цель работы достигнута.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эрик Мэтиз. Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения. Электронное издание.
2. Марк Лутц. Изучаем Python. Электронное издание.
3. Томас Коннолли, Каролин Бегг. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Электронное издание.
4. И.Г. Семакин, А.П. Шестаков, Основы программирования. — Высшая школа, НМЦ СПО, Мастерство, 2001 г.

© Георгиева Марьяна Альбековна (maryana.g@list.ru), Георгиева Ирина Альбековна (irka2725@mail.ru),
 Арванова Саният Мухамедовна (sani_07@mail.ru), Чочиева Асият Мухарбиевна (aska_89-07@mail.ru),
 Лосанов Хамидби Хабасович (losanovh@mail.ru), Тлепшева Диана Ануаровна (tlepshieva@list.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

DATA MINING IN BUSINESS PROCESS RESEARCH AND MODELING TASKS

**K. Dumbrays
A. Dvoynova**

Summary. This thesis presents a survey of the tools of process mining to improve the effectiveness of the process approach to management in the organization. Information system collecting messages from the organization's information systems, converting them into a single business process event log, and then extracting the restored and real business process model from the event logs is being constructed. With the help of the process modeling based on various algorithms, it is possible to study several process parameters — repetition rate, execution time, cycles and various anomalies.

Keywords: process mining, event log, process detection, quality of the model.

Думбрайс Крыстина Ольгертовна

К.б.н., доцент, Международный университет
«Дубна», г. Дубна
2533208@mail.ru

Двойнова Анастасия Дмитриевна

Международный университет «Дубна», г. Дубна

Аннотация. В статье представлен обзор подходов интеллектуального анализа для повышения эффективности внедрения процессного подхода в организацию. Описана информационная система для сбора сообщений из информационных систем организации, преобразование их в единый журнал событий бизнес-процессов, а затем извлечение из журналов событий восстановленной и реальной модели бизнес-процесса. С помощью полученных моделей процессов можно изучить такие параметры процессов как частота повторений, время исполнения, циклы и аномалии в происходящих процессах.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ процессов, журнал событий, выявление процессов, качество модели.

Процессный подход к управлению организацией был разработан и применяется с целью создания горизонтальных связей в организациях. Подразделения и сотрудники, которые задействованы в одном процессе, могут самостоятельно координировать работу в рамках процесса и решать возникающие проблемы без участия вышестоящего руководства. Процессный подход к управлению позволяет более оперативно и эффективно решать возникающие вопросы и воздействовать на результат. В отличие от функционального подхода, управление процессами позволяет концентрироваться не на работе каждого из подразделений, а на результатах работы организации в целом. Основным элементом становится процесс. В соответствии с одним из принципов процессного подхода организация состоит не из подразделений, а из процессов.

Для выявления фактического бизнес-процесса, как и для его последующего совершенствования, часто используется графическое или текстовое описание на базе информации, полученной в ходе интервью с участниками процесса. Несмотря на всю простоту данного подхода, ключевым его недостатком является сложность извлечения знаний из участников процесса, что часто вызвано их нежеланием делиться информацией об особенностях процесса, и главное, о недостатках в своей работе.

В связи с этим, интеллектуальный анализ бизнес-процессов организаций становится весьма актуальным для повышения эффективности внедрения процессного подхода посредством создания информационной системы, основанной на технологии *process mining*.

Process mining представляет собой особую технику анализа бизнес-процессов, нацеленную на решение трёх задач: выявление или обнаружение процессов, проверка соответствия и расширение модели [1]. Начало анализа идёт не от моделирования к реализации, а процесс исследуется сначала с внутренней стороны. При этом речь идёт не только об автоматическом построении модели процесса в виде диаграммы, но и об определении его количественных характеристик. Свое начало интеллектуальный анализ берет с журнала событий, предоставляющего данные для анализа, на основе которых создаётся будущая модель бизнес-процесса на основе какого-либо алгоритма.

Обязательные поля журнала событий для *process mining* (рис. 1):

- ♦ *case ID* — *id* трассировки — набора событий, относящихся к отдельному конкретному экземпляру процесса;

id	activity	timestamp
3	register request	2010-12-30 14:32:00+01:00
3	examine casually	2010-12-30 15:06:00+01:00
3	check ticket	2010-12-30 16:34:00+01:00
3	decide	2011-01-06 09:18:00+01:00
3	reinitiate request	2011-01-06 12:18:00+01:00
3	examine thoroughly	2011-01-06 13:06:00+01:00
3	check ticket	2011-01-08 11:43:00+01:00
3	decide	2011-01-09 09:55:00+01:00
3	pay compensation	2011-01-15 10:45:00+01:00
2	register request	2010-12-30 11:32:00+01:00
2	check ticket	2010-12-30 12:12:00+01:00
2	examine casually	2010-12-30 14:16:00+01:00
2	decide	2011-01-05 11:22:00+01:00
2	pay compensation	2011-01-08 12:05:00+01:00
1	register request	2010-12-30 11:02:00+01:00
1	examine thoroughly	2010-12-31 10:06:00+01:00
1	check ticket	2011-01-05 15:12:00+01:00

Рис. 1. Фрагмент журнала событий

- ♦ *activity name* — название активности, то есть отдельного события;
- ♦ *timestamp* — время фиксации события в журнале событий. Может указываться также два значения: время начала события и время окончания события, благодаря чему удастся вычислить длительность события и задержки между событиями.

Дополнительные поля в журнале событий для осуществления интеллектуального анализа могут включать в себя различную справочную информацию — например, имя сотрудника, который отвечал за осуществление события, стоимость произошедшего события или наименование системы, откуда поступила информация о событии.

Основные методы интеллектуального анализа бизнес-процессов

В общем виде алгоритм проведения анализа по технологии *process mining* состоит из следующих этапов:

- ♦ *Discovery* (обнаружение).
- ♦ *Conformance checking* (проверка соответствия).
- ♦ *Enhancement* (улучшение).
- ♦ *Monitoring* (отслеживание).

Задача этапа проверки соответствия — определить, в какой мере фактический процесс совпадает с эталонным, выявить критические отклонения, мешающие за-

планированному течению процедур, провести своеобразное сравнение «ожидание/реальность».

Реализуется проверка соответствия реального процесса эталонному, регламентированному в той или иной компании. Первоначально происходит воссоздание реального процесса согласно следующим принципам [2]:

- ♦ выявление фактической, а не «экспертно-идеальной» последовательности действий;
- ♦ обнаружение повторяющихся и стандартных операций;
- ♦ выявление процента соответствия процессов эталонному пути;
- ♦ обнаружение «правильных путей» — последовательностей событий, чаще других приводящих к желаемому результату;
- ♦ поиск шаблонов поведения: циклы, «пинг-понг» и пр.

Основные задачи проверки соответствия:

- ♦ Увидеть «реальное» состояние бизнес-процесса в формате графической или аналитической модели;
- ♦ Сравнить «реальное» состояние и целевое состояние, зафиксированное в регламентах;
- ♦ Найти «узкие места» в бизнес-процессах;
- ♦ Выделить для последующего выборочного анализа «экстремальные» экземпляры процесса;

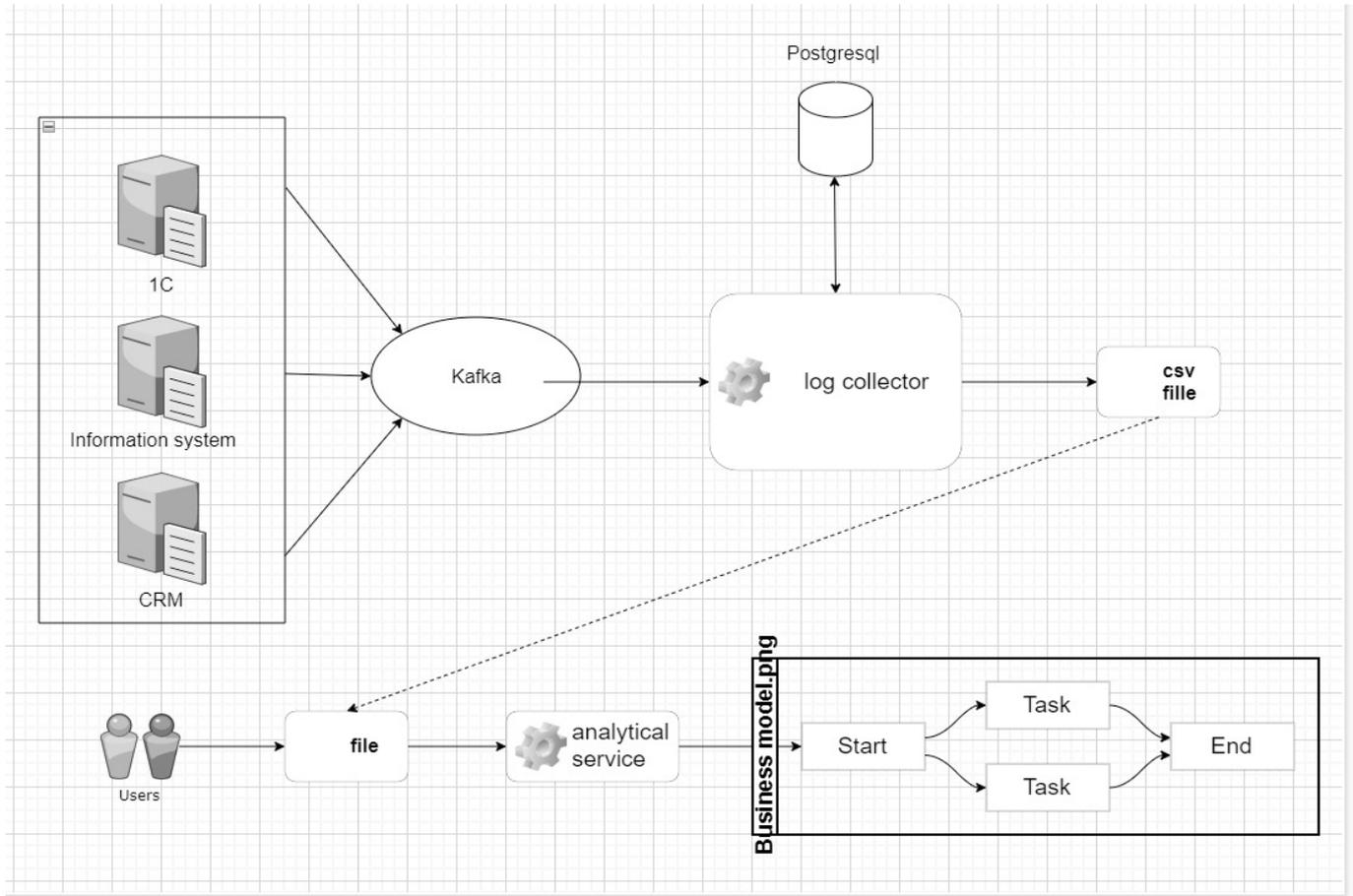


Рис. 2. Взаимодействие сервисов информационной системы

- ◆ Проанализировать процессные KPI;
- ◆ Проверить соответствие фактических параметров стандартам, заложенным в проекте (в первую очередь проверка длительности процессов).

Выявлять расхождения между смоделированным и наблюдаемым поведением помогают алгоритмы проверки соответствия. Они выдают показатели степени соответствия и диагностические сведения, объясняющие наблюдаемые различия. С их помощью можно детально анализировать прецеденты, не соответствующие построенной модели.

Соответствие модели определяется только для конкретного журнала событий. Для проведения проверки соответствия требуется, помимо лога событий, некоторая заранее определенная модель. Это модель может быть построена вручную или получена с помощью методов извлечения. Для расчета соответствия журнал событий последовательно исполняется моделью. Устанавливается начальная разметка модели (один маркер в начальной позиции). Алгоритм последовательно про-

ходит каждую трассу журнала. Для каждого очередного события возможны два варианта:

- ◆ переход с соответствующим именем активен и может работать
- ◆ нет активного перехода с соответствующим именем.

В первом случае переход срабатывает, разметка модели меняется, а алгоритм переходит к следующему событию журнала. Во втором случае в некоторых из позиций, необходимых для срабатывания соответствующего перехода модели, нет достаточного количества маркеров. В эту позицию добавляется искусственный маркер, который позволяет продолжить исполнение модели. Позиция помечается как содержащая соответствующее количество пропавших маркеров. Если при дальнейшем исполнении снова возникает подобная ситуация, количество пропавших маркеров в рассматриваемой позиции увеличивается. Возможна также ситуация, что при достижении финальной разметки в сети остаются маркеры, которые не были потреблены в ходе исполнения. Позиции, в которых эти маркеры расположены, помечаются как содержащие лишние маркеры.

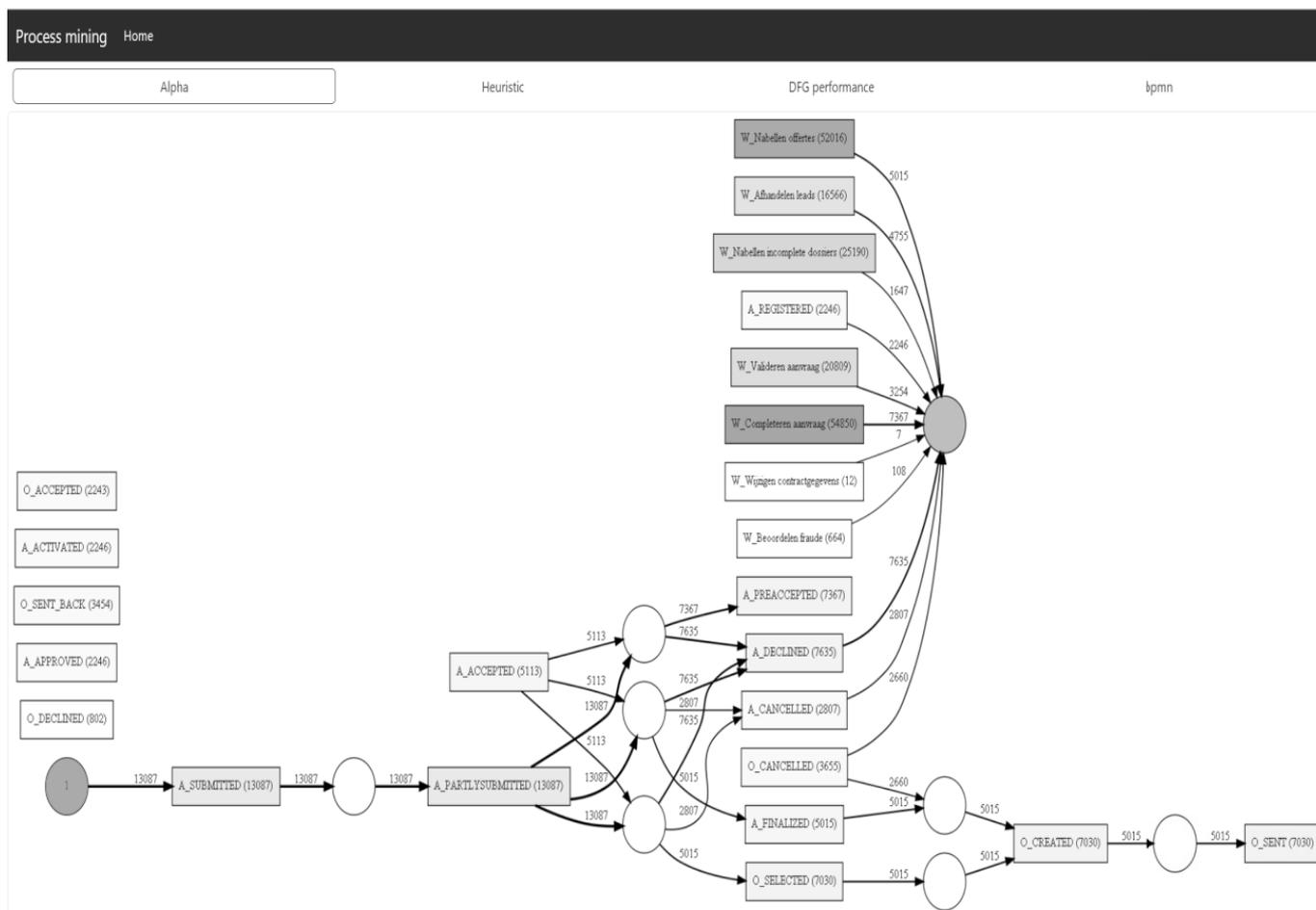


Рис. 3. Модель бизнес-процесса, построенная на основе альфа-алгоритма

В [3] соответствие модели N и журнала событий L определяется следующим образом:

$$fitness = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sum_{\sigma \in L} \cdot m_{\sigma}}{\sum_{\sigma \in L} \cdot c_{\sigma}} \right) + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sum_{\sigma \in L} \cdot r_{\sigma}}{\sum_{\sigma \in L} \cdot p_{\sigma}} \right),$$

где m_{σ} — количество пропавших маркеров, r_{σ} — количество лишних маркеров, c_{σ} — количество потребленных маркеров, p_{σ} — количество произведенных маркеров, σ — конкретная трасса. Существуют и другие, более совершенные способы оценки соответствия модели и журнала событий, например, в методике оценки соответствия на основе использования так называемых выравниваний [4].

Для создания информационной системы, состоящей из сервисов обработки и преобразования файла логов

в бизнес-модель, основанной на технологии *process mining*, были сформулированы следующие наборы требований:

Бизнес-требования:

- ◆ восстановление модели «as-is» бизнес-процесса без траты времени и ресурсов на интервьюирование сотрудников организации;
- ◆ оптимизация бизнес-процессов в организации по заданным критериям;

Функциональные требования:

- ◆ При взаимодействии с информационной системой пользователь имеет возможность загружать собственные файлы с данными о логах бизнес-процесса в различных форматах (*csv*, *xes*);
- ◆ Входными данными для подсистемы являются файлы с данными о бизнес-процессе, которые должны содержать обязательные столбцы, выходными данными — модели процессов, построенные с использованием различных алгоритмов.

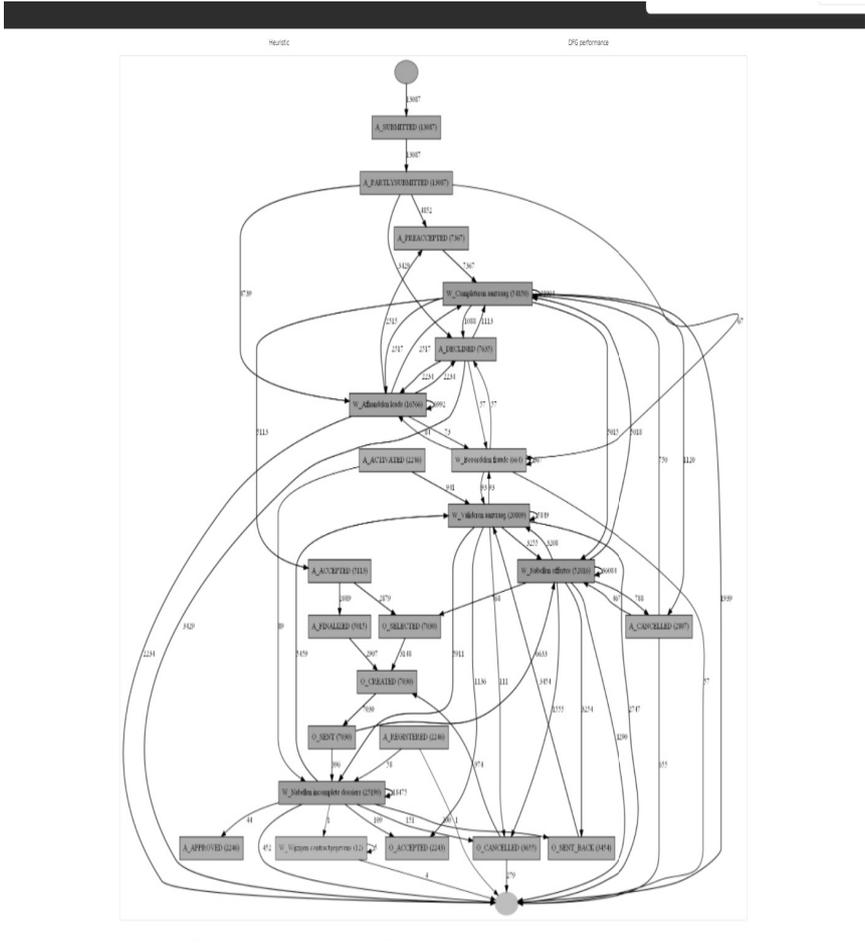


Рис. 4. Модель, построенная на эвристическом алгоритме

Наибольший интерес с практической точки зрения представляет аналитический сервис, обрабатывающий файлы двух форматов:

- ◆ CSV (*comma-separated values*)
- ◆ XES

XES — принятый повсеместно для технологии *process mining* формат логов, написанный на языке XML.

Модель, построенная на альфа-алгоритме, позволяет посмотреть, какие события в процессе происходят чаще всего (рис. 3). Это может быть полезно для понимания основной линии процесса, так и для нахождения каких-либо аномалий, бутылочных горлышек или ненужных циклов.

Модель, построенная на эвристическом алгоритме (рис. 4), так же визуально дает понять, какие события происходят часто, а какие редко (и нужны ли эти действия процесса). Кроме того, сразу можно заметить, что

семь событий процесса имеют цикличность, что может быть проблемой в достижении эффективности происходящего процесса.

Модель, построенная на графе прямого следования, кажется более обобщенной с большим количеством развилки, но дает пользователю информацию о времени выполнения действия процесса, что является очень важным показателем с точки зрения оптимизации процесса (рис. 5).

На модели сразу видно событие, которое выполняется месяц, возможно, этот шаг процесса необходимо оптимизировать и понять причины, приводящие к данному феномену.

Оценка качества полученных моделей

Под параметрами качества модели процесса понимаются соответствие (пригодность), простота, точность

Таблица 1. Результаты анализа качества модели

Показатель	Точность	Пригодность	Простота	Обобщенность
Результат	0.116146055848002	1.0	0.56097560975609	0.96142689987551

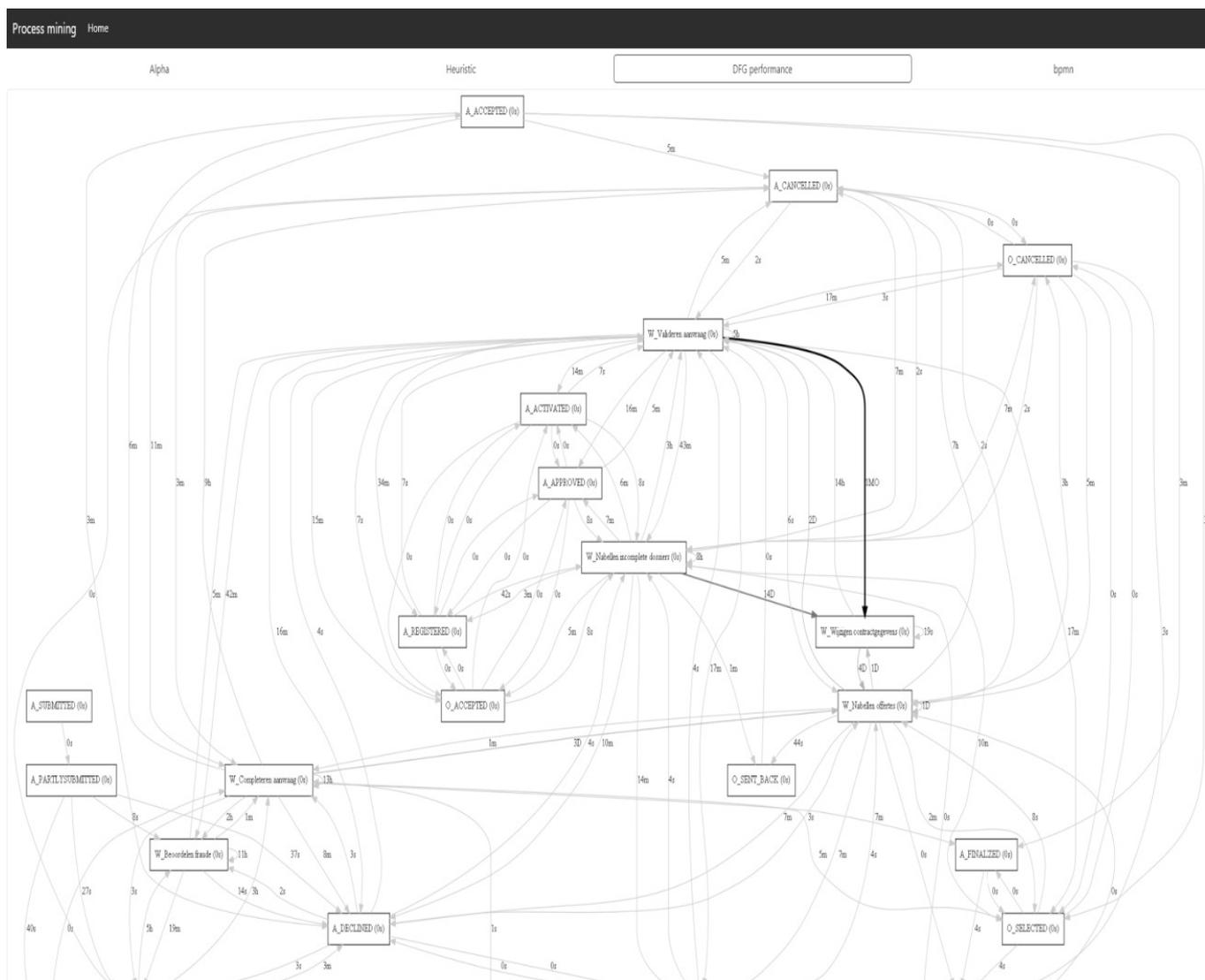


Рис. 5. Граф прямого следования с параметром времени выполнения

и обобщенность. Соответствие модели оценивается по тому, какова доля трасс событий воспроизводима моделью. Значение доли оценивается экспертом. Простота модели оценивается по тому, насколько она хорошо соответствует журналу событий и каким количеством узлов (позиций и переходов) и дуг, их связывающих, она представляется. Большое количество элементов модели говорит о ее запутанности и сложности

интерпретации. Под точностью модели понимается ее способность не допускать иного поведения, кроме изначально описанного. Обобщенность модели демонстрирует способность создавать различные варианты поведения, позволяя на этой основе прогнозировать процессы. Точность и обобщенность — два противоположных аспекта, требующие применения в комплексе и соблюдения баланса.

Для измерения точности полученной модели сети Петри [5] относительно журнала событий будет рассчитано с помощью первого из двух подходов:

- ◆ Соответствие требованиям
- ◆ Соответствие выравниванию и т.д. (с использованием выравниваний)

Идея, лежащая в основе этих двух подходов, одна и та же: разные префиксы журнала воспроизводятся (если это возможно) в модели. При достижении отметки набор переходов, которые разрешены в модели процесса, сравнивается с набором действий, которые следуют за префиксом. Чем больше наборов отличаются друг от друга, тем ниже значение точности. Чем больше наборов похоже, тем выше значение точности. Это справедливо только в том случае, если работает повтор префикса в модели процесса: если повтор не дает результата, префикс не учитывается при вычислении точности. Следовательно, точность, рассчитанная поверх непригодных процессов, на самом деле не имеет смысла. Основное различие между этими подходами заключается в методе воспроизведения. Воспроизведение на основе токенов происходит быстрее, но основано на эвристике (следовательно, результат воспроизведения может быть неточным). Выравнивания точны,

но могут быть медленными, если пространство состояний велико.

В таблице 1 приведены показатели, полученные в результате анализа качества модели:

Показатели качества модели позволяют сделать вывод о том, что модель пригодна для использования, довольно проста, но, в то же время, является сильно обобщенной. Можно попробовать очистить журнал от шума или лишних и неполных трас с целью улучшения некоторых показателей.

Оптимизация всех описанных параметров качества одновременно, как правило, невозможна. Улучшение одних параметров качества может ухудшать другие, например, модели с высоким соответствием могут иметь низкие показатели по точности и обобщенности. Однако возможности различных алгоритмов обеспечивать параметры качества необходимо учитывать при приложении их к реальным процессам. Вероятность достижения оптимальных параметров качества зависит от конструкций реальных процессов, а также степени зашумленности и неполноты журнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Process Mining (PM) — процессная аналитика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://Processmi-com.turbopages.org/Processmi.com/s/terms/Process-Mining/>. — Дата доступа: 09.06.2022.
2. Processmining: шаг за шагом — Электрон. текст. — 2022. — Режим доступа: <https://loginom.ru/blog/process-mining-step-step> (дата обращения: 20.05.2022)
3. Rozinat A. Process Mining: Conformance and Extension. PhD Thesis, Eindhoven University of Technology. 2020.
4. Мицюк А.А. Синтез моделей процессов по журналам событий с шумом / А.А. Мицюк, И.С. Шугуров // Моделирование и анализ информационных систем. — 2014.
5. Абросимова М.А. Алгоритмы обнаружения процессов в process mining / М.А. Абросимова // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции, Курск, 17–18 марта 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. — С. 31–39. — EDN DCPZNV.

© Думбрайс Крыстына Ольгертовна (2533208@mail.ru), Двойнова Анастасия Дмитриевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

УСИЛЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗЫ НЕЗАВИСИМОСТИ ДАННЫХ

STRENGTHENING MECHANISMS FOR TESTING THE DATA INDEPENDENCE HYPOTHESIS

**V. Ziyautdinov
T. Zolotareva
M. Smirnov**

In the modern world, it is increasingly necessary to deal with large amounts of information that are included in the concept of Big Data. When processing such information, it is necessary to clearly determine whether there is a relationship between various randomly selected blocks of data. In this paper, we consider various statistical criteria that test the data independence hypothesis and compare them. The application of these criteria allows you to determine whether there is a relationship between different information within big data. In addition, the article tested and analyzed the statistical hypothesis about the independence of data analysis by various numbers of artificial neurons. Subsequently, this will allow creating an optimal self-learning neural network to determine the independence of data when analyzing large amounts of information based on sample data.

Keywords: neuron, statistical criterion, data independence hypothesis.

Зияутдинов Владимир Сергеевич

*К.п.н., доцент, Липецкий казачий институт
технологии и управления (филиал) ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет
технологии и управления имени К.Г. Разумовского
(ПКУ)», г. Липецк
zevslipetsk@yandex.ru*

Золотарева Татьяна Александровна

*Старший преподаватель, Липецкий
государственный педагогический университет им.
П.П. Семенова-Тян-Шанского, г. Липецк
zolotarevatatyana2016@yandex.ru*

Смирнов Михаил Юрьевич

*К.ф.-м.н., доцент, Липецкий казачий институт
технологии и управления (филиал) ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет
технологии и управления имени К.Г. Разумовского
(ПКУ)», г. Липецк
m_u_smirnov@mail.ru*

Аннотация. В современном мире все чаще приходится иметь дело с большими объемами информации, которые входят в понятие Big Data. При обработке такой информации необходимо четко определить: существует ли связь между различными произвольно выбранными блоками данных. В данной работе рассмотрены различные статистические критерии, проверяющие гипотезу независимости данных, и проведено их сравнение. Применение этих критериев позволяет определить имеется ли связь между различной информацией внутри больших данных. Кроме того, в статье проверена и проанализирована статистическая гипотеза о независимости анализа данных различным количеством искусственных нейронов. Впоследствии это позволит создать оптимальную самообучающуюся нейронную сеть для определения независимости данных при анализе больших объемов информации на основании выборочных данных.

Ключевые слова: нейрон, статистический критерий, гипотеза независимости данных.

В процессе статистического анализа иногда бывает необходимо сформулировать и проверить гипотезы относительно рассматриваемых независимых параметров. Так как проверка статистических гипотез осуществляется на основании выборочных

данных, т.е. ограниченного ряда наблюдений, решения относительно различных предположений имеют вероятностный характер. Рассмотрим различные статистические критерии проверки независимости данных, проведем сравнительную характеристику.

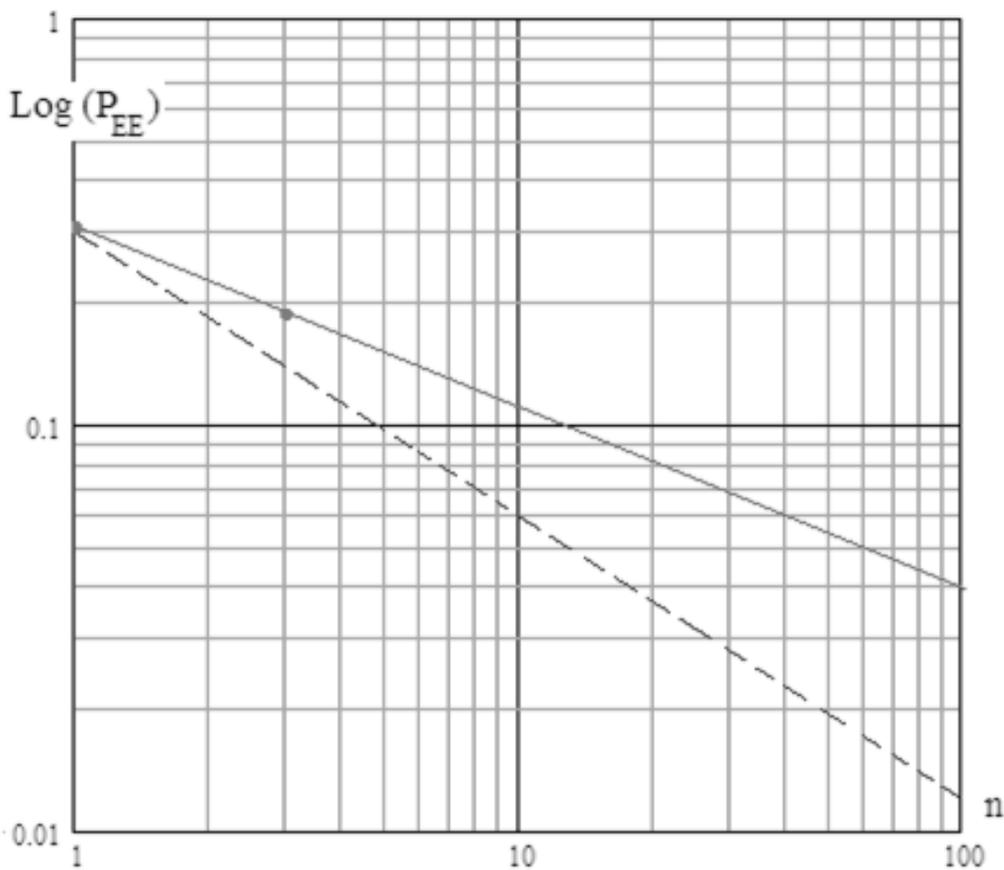


Рис. 1. Предсказание значений равных вероятностей ошибок первого и второго рода для двух настроек механизмов свертывания выходных кодов при разном числе нейронов

Свертывание кода с трехкратной избыточностью, устраняющее неопределенность наименее вероятных кодовых состояний

Проверяя статистическую гипотезу о независимости данных тремя искусственными нейронами, мы фактически решаем некоторую 32-х мерную задачу, рассматривая ее в 32-х мерном пространстве с трех разных ракурсов. При этом кодовое состояние «000» свидетельствует о том, что все три нейрона подтверждают проверяемую гипотезу. Инверсное кодовое состояние «111» свидетельствует об отвержении проверяемой гипотезы всеми нейронами. Воспользуемся простейшим кодом, обнаруживающим и исправляющим ошибочные (наименее вероятные) состояния голосованием по большинству. Этот класс кодов сводится к вычислению расстояний Хэмминга между наблюдаемым кодом и идеальным кодом «000». При расстояниях Хэмминга $h=\{«0», «1»\}$, проверяемая гипотеза независимости принимается. При расстояниях Хэмминга $h=\{«2», «3»\}$ гипотеза независимости отвергается.

Численный эксперимент показывает, что расстояния Хэмминга « $h=0$ » появляется с вероятностью 0.519. Выходные коды с расстоянием « $h=1$ » появляются с вероятностью 0.294, то есть рассматриваемый корректирующий код дает подтверждение гипотезы независимости с вероятностью $0.519+0.294=0.813$. Тогда значения одинаковых вероятностей ошибок первого и второго рода для молекулы из трех нейронов составит 0.187.

В случае, если в место трех нейронов будут использоваться 21 нейрон, правила принятия решения будут похожими. При расстояниях Хэмминга $h=\{«0», «1», \dots, «10»\}$, проверяемая гипотеза независимости принимается. При расстояниях Хэмминга $h=\{«11», «12», \dots, «21»\}$ гипотеза независимости отвергается.

Нейросетевое обобщение трех статистических критериев, легко выполнимо. Воспроизвести соответствующий численный эксперимент несложно для малой выборки в 16 опытов. Естественно, что тот же численный эксперимент для 21 статистического критерия воспроизвести сложнее, однако можно симметризовать

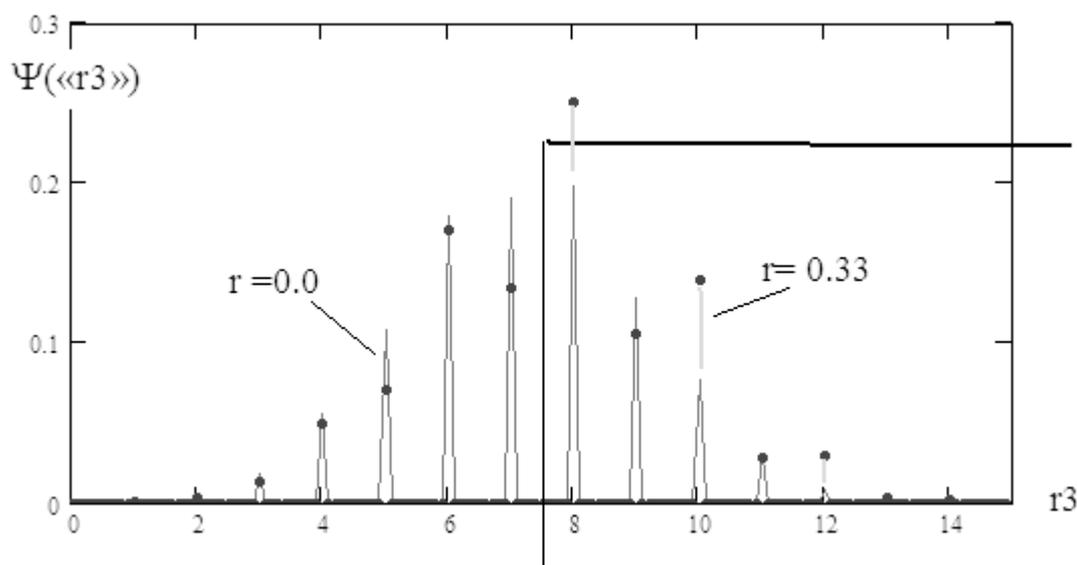


Рис. 2. Дискретный критерий Кенюя и эквивалентный ему нейрон

задачу [1] и получить прогноз ожидаемых вероятностных характеристик для более сложных математических конструкций.

Для выполнения симметризации необходимо вычислить среднее геометрическое вероятностей ошибок первого и второго рода для трех рассматриваемых нейронов:

$$\tilde{P}_{EE} = \sqrt[3]{0.25 \cdot 0.32 \cdot 0.369} = 0.309 \quad (1).$$

Далее при симметризации нужно вычислить среднее значение модулей коэффициентов корреляции между откликами накапливающих данные сумматоров трех нейронов:

$$E(|\text{corr}(\cdot, \cdot)|) = \frac{|\text{corr}(r, r1)| + |\text{corr}(r, r2)| + |\text{corr}(r1, r2)|}{3} = 0.515 \quad (2).$$

Если предположить, что вычисленные показатели симметризации по трем нейронам (1) и (2) совпадут с такими же показателями для 21 нейрона, то для предсказания ожидаемых вероятностей ошибок может быть применено линейное приближение, как это отображено на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что при использовании 21 нейрона вероятность ошибок снижается до величины 0.08. Если удастся довести число параллельно используемых статистических критериев до 100, то вероятность появления ошибок первого и второго рода $P_1=P_2=P_{EE}$ должна снизиться до величины 0.04. Эта оценка построена на применении простейших кодов корректи-

ровки ошибок голосованием по большинству. Если же мы будем применять более сложные алгоритмы обнаружения и исправления ошибок в коде [2], то вероятность ошибок снизится до величины 0.035 уже для 21 нейрона, что вполне приемлемо для практики статистической обработки малых выборок биометрических данных.

Интервал ошибок по сравнению с формулой Пирсона при использовании 21 нейрона сжимается примерно в 7 раз. Это эквивалентно росту объема тестовой выборки в 50 раз или повышению объема исходной выборки с 16 опытов до 800 опытов.

Статистический критерий Кенюя и эквивалентный ему нейрон

Необходимо отметить, что в XX веке были созданы десятки статистических критериев [3], проверяющих гипотезу независимости данных. Например, для этой цели может быть использован критерий Кенюя [4]. Этот критерий построен на анализе рядом стоящих отсчетов выборки с номерами i и $(i+1)$. Если для пара отсчетов $\{i, i+1\}$ приращения Δx и Δy имеют одинаковый знак, то паре присваивается ранг +1. Расхождение знаков приращений дает отрицательное значение рангов. Сумма рангов по всем парам дает дискретный критерий Кенюя, распределение значений которого иллюстрирует рисунок 2.

Принципиально важным является то, что данные критерия Пирсона и Критерия Кенюя практически ли-

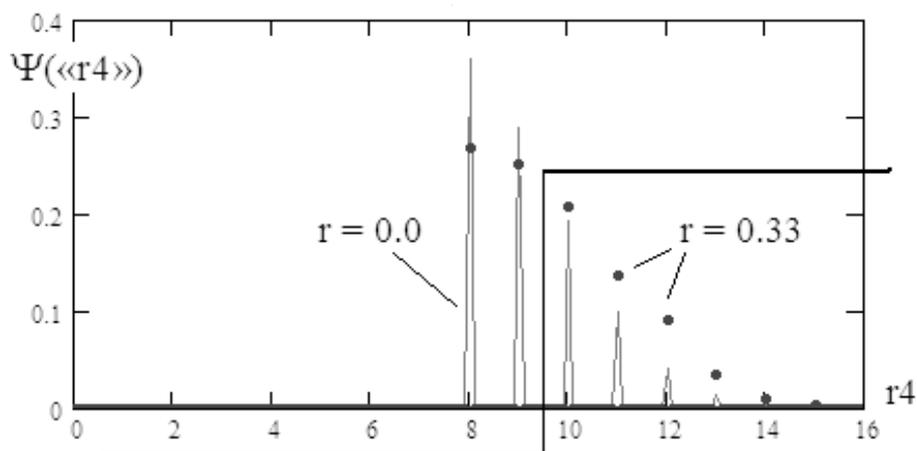


Рис. 3. Критерий Нельсона и эквивалентный ему нейрон

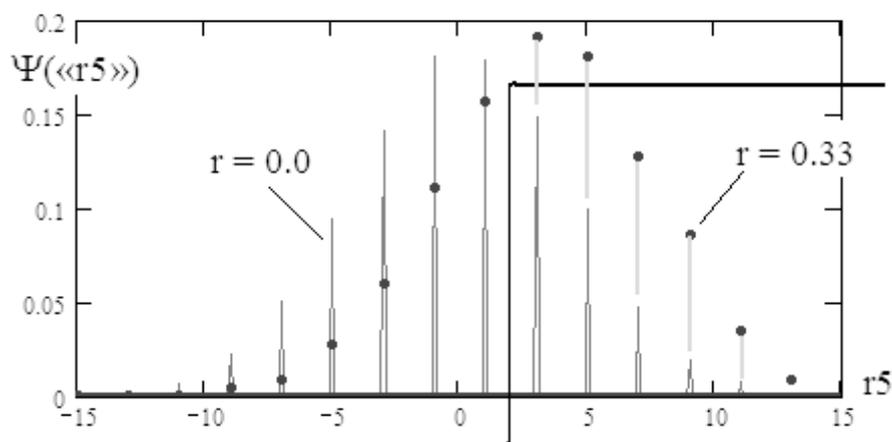


Рис. 4. Модифицированный критерий Нельсона и эквивалентный ему нейрон

нейно независимы $\text{corr}(r, r_3)=0.018$. Равновероятная ошибка первого и второго рода составляет $P_{\text{EE}}=0.442$, что вполне пригодно для практического применения этого статистического критерия.

Статистический критерий Нельсона и эквивалентный ему нейрон

Статистический критерий Нельсона создан в 1983 году [5], подобен предыдущему критерию и построен на учете совпадений и не совпадений знаков приращений $\text{sign}(\Delta x)=\text{sign}(\Delta y)$ дает ранг +1, иное соотношение $\text{sign}(\Delta x)\neq\text{sign}(\Delta y)$ дает ранг -1. Плюсовые и минусовые ранги подсчитываются. Статистика критерия определяется как минимум или максимум суммы рангов разного знака. Численный эксперимент по моделированию выходных состояний критерия иллюстрируется рисунком 3.

Положительным для этого критерия является его низкий уровень коррелированности с данными корреляционного критерия Пирсона $\text{corr}(r, \langle r_4 \rangle) \approx -0.02$, однако при этом критерий дает низкий уровень разделимости зависимых и независимых данных по вероятности ошибок первого рода $P_1(r=0.0) \approx 0.351$ и по вероятности ошибок второго рода $P_2(r=0.33) \approx 0.519$.

Интересно отметить, что использование в качестве статистики разности сумм рангов дает модифицированный критерий Нельсона, спектры состояний которого отображены на рисунке 4.

Для этого варианта критерия Нельсона корреляционная сцепленность с данными нейрона Пирсона увеличивается $\text{corr}(r, \langle r_5 \rangle) \approx 0.595$, а разделимость спектров улучшается $P_1(r=0.0) \approx 0.356$, $P_2(r=0.33) \approx 0.362$. Это позволяет использовать критерий Нельсона и его модификацию в паре.

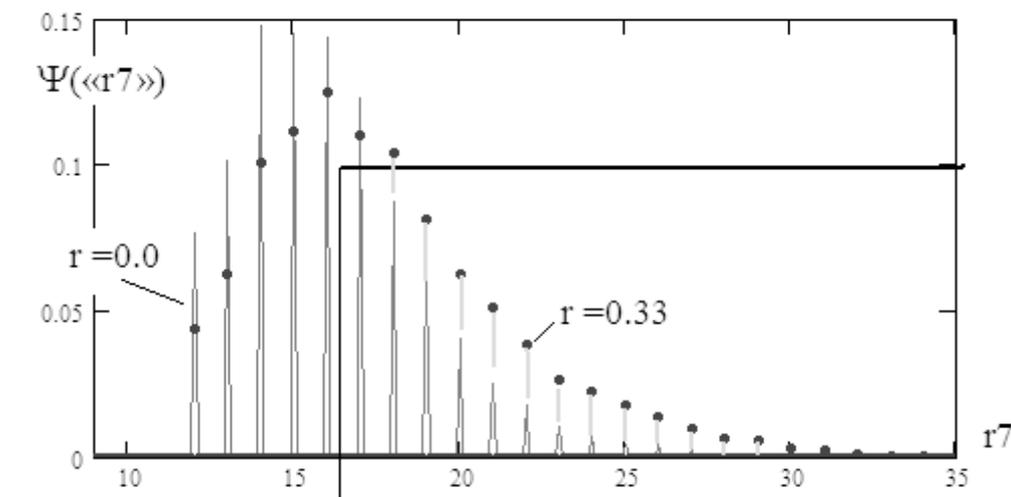


Рис. 5. Статистический нейрон Кокса-Стюарта

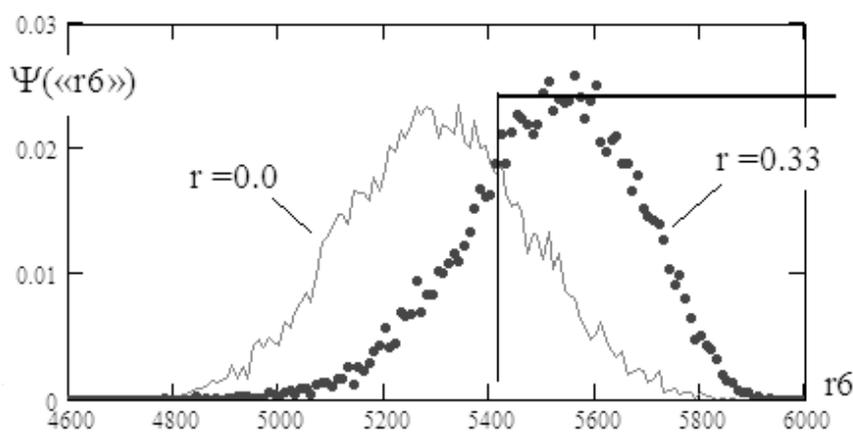


Рис. 6. Критерий Спирмена и эквивалентный ему нейрон

Статистический критерий Кокса-Стюарта и эквивалентный ему нейрон

Статистический критерий Кокса-Стюарта создан 1955 году [6]. Авторами предложено упорядочивать выборку по одной из переменных. Далее авторы предложили разбивать выборку на три или более подвыборки. Для каждой из подвыборок находится минимум и максимум, которые далее используются как пороги для вычисления рангов. В итоговой статистике Кокса-Стюарта все ранги суммируются. Результаты численного эксперимента отражены на рисунке 5.

Из рисунка 5 видно, что значимые амплитуды вероятности спектра критерия Кокса-Стюарта имеют

примерно 15 линий. Важным является то, что нейрон Пирсона и нейрон Кокса-Стюарта имеют слабо коррелированные отклики $\text{corr}(r, \langle r7 \rangle) \approx 0.004$. Кроме того, нейрон Кокса-Стюарта имеет достаточно высокий уровень разделимости $P_1(r=0.0) \approx 0.386$, $P_2(r=0.33) \approx 0.443$.

Статистический критерий Спирмена и эквивалентный ему нейрон

Статистический критерий Спирмена [7] дискретен, однако он имеет очень большое число спектральных линий даже на малых выборках и по этой причине можно рассматривать его выходные состояния как непрерывные. Состояния нейрона критерия Спирмена отображены на рисунке 6. Состояния плотностей вероятности рисунка 6 практически полностью повторяют

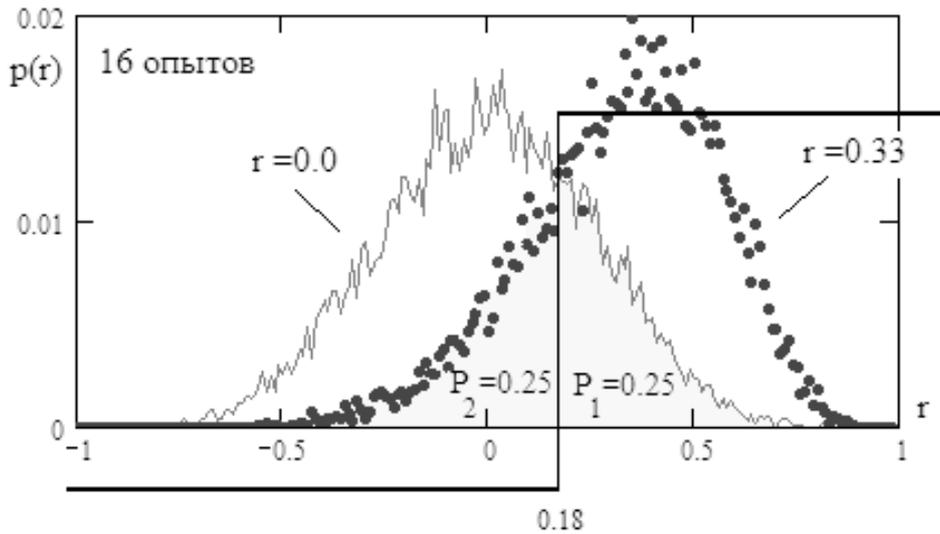


Рис. 7. Вероятности ошибок первого и второго рода корреляционного критерия Пирсона при различении независимых данных малых выборок в 16 опытов и зависимых данных $r = 0,33$

плотности вероятности рисунка 7 для критерия Пирсона.

Отличие в этих двух распределениях незначительные, различаются только масштабы переменных (непрерывная переменная Пирсона — r изменяется в интервале от -1 до $+1$, а дискретная переменная Спирмена — « r_6 » изменяется в интервале от 4800 до 6000).

Корреляционная сцепленность этих двух критериев крайне высока $\text{corr}(r, \text{«}r_6\text{»}) \approx 0.928$, а показатели разделимости практически тождественны. Все это говорит о том, что нет смысла использовать в паре статистический критерий Пирсона и статистический критерий Спирмена. Эти статистические критерии практически дублируют друг друга.

Нейросетевое обобщение десятков и сотен статистических критериев

Следует отметить, что список перечисленных выше статистических критериев проверки независимости данных может быть существенно расширен. С высокой вероятностью расширенная версия списка критериев может выглядеть следующим образом:

1. Корреляционный критерий Пирсона-Эджуорта-Эудлона (1890 г. [8]);
2. ИНС молекула с квантованием по квадрантам (2017 [9]);
3. ИНС молекула двух эллиптических квантователей (2019 г. [10]);
4. Критерий независимости Кенуя [4];
5. Критерий независимости Нельсона 1983 год [5];

6. Модифицированный критерий Нельсона (Рисунок 4);
7. Критерий Кокса-Стюарта 1955 год [6];
8. Корреляционный критерий Шахани [4];
9. Сериальный критерий Шведа-Эйзерхарта [4];
10. Критерий Спирмена [7];
11. Квадрантный критерий Эландта 1962 год [11];
12. Угловой критерий Олмстеда-Тьюки 1947 год [12];
13. Критерий Блума-Кифера-Розенблатта 1961 год [13];
14. Ранговый критерий Гётфинга 1948 год [14];
15. Критерий Ширахате 1981 год [15];
16. Критерий корреляции Фишера-Ийтса 1961 год [16];
17. Критерий конкордации Кенделла-Бемингтона Смита 1939 год [17].

Для первых трех статистических критериев по списку прогноз ожидаемых характеристик для среднего геометрического значения равновероятных ошибок $\tilde{P}_{EE} \approx 0.309$ и среднее значение модулей коэффициентов корреляции $E(|r|) \approx 0.515$. Результат прогнозирования отражен на рисунке 1. Если учесть влияние друг на друга первых 5 критериев списка, то среднее геометрическое вероятностей ошибок ухудшается $\tilde{P}_{EE} \approx 0.342$, однако корреляционная сцепленность выходных состояний 5 нейронов падает $E(|r|) \approx 0.311$.

Задавшись конкретным списком, обобщаемых статистических критериев, мы всегда можем вычислить их параметры симметризации, то есть мы заранее можем построить таблицы, предсказывающие ожидаемое качество нейросетевых решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, А.И. Учет влияния корреляционных связей через их усреднение по модулю при нейросетевом обобщении статистических критериев для малых выборок / А.И. Иванов, А.Г. Банных, Ю.И. Серикова // *Надежность*. — № 2. — 2020.
2. Безяев, А.В. Биометрико-нейросетевая аутентификация: обнаружение и исправление ошибок в длинных кодах без накладных расходов на избыточность: препринт / А.В. Безяев. — Пенза: Изд-во ПГУ, 2020. — 68 с.
3. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. — Москва: ФИЗМАТЛИТ. — 2006. — 816 с.
4. Кенуй, М.Г. Быстрые статистические вычисления. Упрощенные методы оценивания и проверки / М.Г. Кенуй; пер. с англ. — Москва: Статистика, 1979.
5. Nelson, L.S. A sign test for correlation / L.S. Nelson // *Journal of Quality Technology*, 1983. — Vol. 15, № 4. — P. 199–202.
6. Cox, D.R. Quick tests for trend in location dispersion. / D.R. Cox, A. Stuart // *Biometrika*, 1955. — Vol. 42. — P. 80–95.
7. Кендэлл, М. Ранговые корреляции / М. Кендэлл; пер. с англ. — Москва: Статистика, 1975.
8. Официальный сайт «Википедия». — URL: <https://wikipedia.org/wiki/Корреляция>
9. Волчихин, В.И. Квантовая суперпозиция дискретного спектра состояний математической молекулы корреляции для малых выборок биометрических данных / В.И. Волчихин, А.И. Иванов, А.В. Сериков, Ю.И. Серикова // *Вестник Мордовского университета*. — Т. 27, № 2. — 2017. — С. 230–243.
10. Сериков, А.В. Корреляционная молекула с эллиптическими квантователями для вычислений на малых обучающих выборках / А.В. Сериков, С.В. Качалин // *Безопасность информационных технологий: сб. науч. ст. по материалам I Всерос. науч.-техн. конф.*, 24 апреля. — Пенза, 2019. — С. 123–129.
11. Elandt, R.C. Exact and approximate power of the non-parametric test of tendency / R.C. Elandt // *The Annals Mathematical Statistics*. — 1962. — Vol. 33. — P. 471–481.
12. Olmstead, P.S. A corner test for association / P.S. Olmstead, J.W. Tukey // *The Annals Mathematical Statistics*. — 1947. — Vol. 18. — P. 495–513.
13. Blum, J.R. Distribution-free tests of independence based on the sample distribution function / J.R. Blum, J. Kieffer, M. Rosenblatt // *The Annals Mathematical Statistics*. — 1961. — Vol. 32. — P. 485–498.
14. Hoeffding, W. A non-parametric test of independence / W. Hoeffding // *The Annals Mathematical Statistics*. — 1948. — Vol. 19. — P. 546–557.
15. Shirahate, S. Infraclass rank tests for independence / S. Shirahate // *Biometrika*. — 1981. — Vol. 68, № 2. — P. 451–456.
16. Fieller, E.C. Tests for rank correlation coefficients / E.C. Fieller, E.S. Pearson // *Biometrika*. — 1961. — Vol. 48, № 1–2. — P. 29–40.
17. Kendall, M.G. The problem of m rankings / M.G. Kendall, Smith Babington // *The Annals Mathematical Statistics*. — 1939. — Vol. 10. — P. 275–258.

© Зияутдинов Владимир Сергеевич (zevslipetsk@yandex.ru),

Золотарева Татьяна Александровна (zolutarevatatyana2016@yandex.ru), Смирнов Михаил Юрьевич (m_u_smirnov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ АППАРАТНО-СТУДИЙНЫХ КОМПЛЕКСОВ

MODERN SOLUTIONS FOR THE MODERNIZATION OF HARDWARE AND STUDIO COMPLEXES

S. Kuznetsov

Summary. In the television and radio industry, hardware and studio complexes are the basis of the workflow, since with the help of technical means of such complexes, the preparation of television and (or) radio broadcasting programs is carried out. However, modern conditions, characterized by global digitalization and a high level of competition among the media, dictate the need to implement the working process of preparing for broadcasting and broadcasting itself using high-performance and efficient broadcasting technologies. Among such technologies are technologies based on artificial intelligence.

In the article, the author analyzes the theoretical aspects of the use of modern solutions for the modernization of hardware and studio complexes using technologies based on artificial intelligence and concludes that such technologies have a significant positive impact on the production process and television broadcasting. This is manifested in particular in the possibility of improving the efficiency of the workflow by automating individual workflows and data processing and generation processes.

At the same time, the main requirement for any technology based on artificial intelligence is the availability of a large amount of data for training neural networks that represent the connection between events (phenomena) to solve a specific problem. Therefore, in order to create hardware-software hardware-studio complexes for further use as part of the optimization of the working or production process, it is necessary to develop a training environment that uses data from real tasks in the field of broadcasting.

Keywords: television center, hardware and studio complexes, optimization of work processes, evolution of technological equipment; artificial intelligence, machine learning.

Кузнецов Святослав Сергеевич

*Технический директор, телеканалов San Porto
и Torre Ricca ООО «Торре Рикка», г. Москва
svyatique@gmail.com*

Аннотация. В теле- и радио индустрии аппаратно-студийные комплексы являются основой рабочего процесса, поскольку с помощью технических средств таких комплексов осуществляется подготовка программ телевизионного вещания и (или) радиовещания. Однако современные условия, характеризующиеся глобальной цифровизацией и высоким уровнем конкуренции среди средств массовой информации, диктуют необходимость осуществления рабочего процесса подготовки к вещанию и самого вещания с использованием высокопроизводительных и эффективных технологий. Среди таких технологий — технологии, основанные на искусственном интеллекте.

В статье автором анализируются теоретические аспекты использования современных решений по модернизации аппаратно-студийных комплексов с использованием технологий, основанных на искусственном интеллекте, и делается вывод о том, что такие технологии оказывают существенное положительное влияние на производственный процесс и телевизионное вещание. Сказанное проявляется, в частности, в возможности улучшения эффективности рабочего процесса за счет автоматизации отдельных рабочих процессов, а также процессов обработки и генерации данных.

Вместе с тем, основным требованием, предъявляемым к любым технологиям, основанным на искусственном интеллекте, является наличие большого количества данных для обучения нейронных сетей, которые представляют собой связь между событиями (явлениями) для решения конкретной задачи. Поэтому для создания в аппаратно-программной части аппаратно-студийных комплексов для целей дальнейшего использования в рамках оптимизации рабочего или производственного процесса, требуется разработка обучающей среды, использующей данные реальных задач в области вещания.

Ключевые слова: телевизионный центр, аппаратно-студийные комплексы, оптимизация рабочих процессов, эволюция технологического оборудования; искусственный интеллект, машинное обучение.

Технической основой любого телевизионного центра (телевизионной студии) является аппаратно-студийный комплекс (далее — АСК), включающий в себя основные и вспомогательные службы, предназначенные для производства и выпуска программ. В специализированной литературе АСК определяют также как помещение или комплекс помещений, в которых осуществляется подготовка программ теле-

визионного вещания и (или) программ радиовещания, а также как одну из частей (наряду с комплексом мобильных технических средств) телецентра, радиозула или телерадиостанции [1]. Основными составными элементами АСК являются: аппаратно-студийные блоки; аппаратно-программные блоки; аппаратно-студийные блоки телекино; аппаратные телекино; аппаратные видеозаписи; центральная диспетчерская. При этом

с аппаратной точки зрения АСК представляет собой достаточно сложный комплекс различных устройств: коммутационных матриц, усилителей-распределителей, синхрогенераторов, различного рода преобразователей, осветительного оборудования, микрофонов, выносных мониторов и прочего оборудования, направленного на решение задачи по объединению всех технических подразделений теле и/или радиоконпании в единый комплекс.

В условиях глобальной цифровизации динамика развития телевизионной индустрии определяет необходимость совершенствования производственных процессов и обязательно подразумевает развитие и эволюцию технологического оборудования АСК, которое должно отвечать всем современным требованиям в конкретный момент времени. Так, например, если еще 20–30 лет назад никто не задумывался о технологии комбинирования нескольких изображений в финальное видео или картинку, то сегодня для работы с новостями или виртуальными декорациями необходимо оборудование, осуществляющее функцию хромакей, направленную на совмещение двух и более изображений или кадров в одной композиции.

Аппаратные методы и среды аналогично оборудованию также претерпели значительные изменения в области информационных технологий и теперь трудно реализуемы без высокопроизводительных процессоров и аппаратных ускорителей, характеризующихся наличием гетерогенной вычислительной среды, а также иерархиями хранения данных и высокоскоростной сетью с поддержкой прямого доступа к памяти от передачи данных в пределах локальной платформы до взаимодействия нескольких систем в пределах кластера (технология RDMA). В указанных условиях возникает потребность поиска оптимальных современных решений, направленных на модернизацию АСК в современных условиях.

Последние тенденции в области аппаратного обеспечения АСК показывают, что модернизация АСК должна осуществлять не только в части замены технической (аппаратной) части АСК на более современное оборудование, но и на выработку методологии, направленной на эффективное управление данными, аккумулируемыми в работе АСК с использованием технологий искусственного интеллекта. Иными словами, модернизация АСК должна включать в себя комплекс мер, направленных на замену технических решений и одновременное проектирование управления данными.

Такой подход к модернизации АСК обусловлен тем, что развитие аппаратных и программных технологий

в различных системах становится более эффективными при наличии систем управления и анализа данных [2]. Аппаратное и программное обеспечение составляют основу вычислительной системы. В свою очередь, производительность программного обеспечения тем выше, чем совершеннее аппаратное обеспечение. Однако, как отмечают в специализированной литературе, производительность программного обеспечения ограничена его характеристиками [4]. Следовательно, при разработке методологии, направленной на модернизацию АСК, выбор оборудования АСК должен отвечать целям систем управления и анализа данных, то есть иметь такой предел производительности, который будет адаптирован под решение задач конкретной теле и/или радиостудии.

Чтобы полностью задействовать аппаратную часть, программное обеспечение должно оптимизировать разработку алгоритмов и структуру данных в соответствии с аппаратным обеспечением. Традиционные приложения, требующие больших вычислительных ресурсов, предъявляют высокие требования к производительности оборудования в части пропускной способности, энергопотребления, экономичности и иных технических, качественных и функциональных характеристик оборудования. В условиях нагрузок на АСК необходима такая инфраструктура обработки данных, которая будет способна удовлетворить разнообразные требования в области обработки данных.

Кроме правильного выбора соответствующей структуры обработки данных, остро стоит проблема выбора технологии обработки данных при модернизации АСК. В последние годы быстро развиваются технологии искусственного интеллекта в различных областях. Стремительное развитие искусственного интеллекта в последние годы открыло возможности для будущего развития радио и телевидения. Отдельные технологии искусственного интеллекта для приложений вещания уже внедряются в эксплуатацию, выйдя за рамки демонстраций лабораторных исследований и теоретических построений. Так, в 2018 году были продемонстрированы возможности практического применения технологий машинного обучения и искусственного интеллекта в рабочих программах вещания и при производстве телевизионных программ BBC (Би-би-си, британская вещательная организация) с целью определения возможностей технологии для повышения эффективности производства и одновременном снижении затрат. По итогам проведенного исследования был сделан вывод о том, что технологии, построенные на машинном обучении и искусственном интеллекте, более эффективны, и как следствие могут быть направлены на решение проблем перехода от устаревшего контента к современному, а также на улучшение или

оптимизацию качества контента при более низкой пропускной способности оборудования.

Инвестиции вещательных и отраслевых организаций в успешное внедрение и оценку технологий создания и распространения внутреннего и внешнего контента, основанного на искусственном интеллекте, являются доказательством актуальности данных решений для АСК. В специализированной литературе указывается на то, что в ближайшие несколько лет применение и включение алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта станет неотъемлемой частью нового оборудования АСК для вещания и производственного процесса [3].

Исходя из проведенных теоретических и практических исследований [3, 4, 5, 6, 8] можно выделить те области, в которых в ближайшем будущем будут развиваться технологии, основанные на алгоритмах машинного обучения и искусственного интеллекта. Среди таких областей: оптимизация рабочего процесса; оптимизация пропускной способности оборудования; автоматическое создание контента; создание контента из устаревших архивов; персонализация контента. В каждой из перечисленных областей работы оборудования АСК внедрение новых технологий обусловлено необходимостью решения конкретных задач оптимизации.

Так, использование современных технологических решений, построенных на алгоритмах машинного обучения и искусственного интеллекта для оптимизации рабочего процесса, обусловлено необходимостью автоматизировать повседневные рабочие процессы, выполняемые вручную. В исследовании американской развлекательной компании, ориентированной на стриминговый сервис фильмов и сериалов «Netflix», экономия от замены традиционного оборудования на оборудование, основанное на искусственном интеллекте и позволяющее автоматизировать рабочие процессы, оценивается в сумму, равную 1 миллиарду долларов ежегодно [7].

Руководитель отдела маркетинга и коммуникаций другой крупной компании Sony Professional Europe Стюарт Алмонд в одном из своих выступлений указывал на то, что использование искусственного интеллекта в оборудовании, ориентированном на рабочие процессы, не только позволяет повысить качество работы и качество обслуживания пользователей, но и сокращает количество битов, необходимых для достижения того же качества потока [9].

Для повышения производительности и эффективности отдельных программ уже давно используют системы, которые автоматически ищут тенденции и важ-

ную информацию для создания новостей из огромного количества данных. Так, например, обученные на поиск целевых данных рекурсивные нейронные сети используются для определения любых целевых терминов, обычно связанных с важными новостными событиями. Эти общие целевые термины впоследствии используются рекурсивной нейронной сетью для классификации информации по категориям, в которые входит несколько типов соответствующих классов событий. Для класса событий «чрезвычайные происшествия» целевыми терминами будут такие слова и словосочетания, как: «пожар»; «несчастный случай»; «наводнение»; «убийство» и так далее. Затем рекурсивные нейронные сети используют заранее определенные классы информации, которые являются репрезентативными для типов информации, часто показываемых в новостных программах, для «изучения» и классификации существующей информации.

С технологической точки зрения соотношение алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет решать задачи обработки данных в автоматическом режиме, поэтому существует разница между обычным машинным обучением и машинным обучением с искусственным интеллектом нейронных сетей. В машинном обучении машину обучают выполнять определенную задачу в рамках узко определенных правил вместе с некоторыми обучающими примерами. Обучение и правила необходимы для того, чтобы система машинного обучения достигла определенного уровня успеха. Машинное обучение с искусственным интеллектом нейронных сетей позволяет обучать систему на основании минимального количества правил, чтобы потом продолжать создавать свой собственный набор правил при обработке разрозненных данных. Такие технологии позволяют распознавать речь и объекты, сегментировать изображения, моделировать язык и движение человека. Ключевым требованием, предъявляемым к технологиям искусственного интеллекта, исходя из вышесказанного, является наличие большого количества высококачественных обучающих данных, которые представляют собой связь между взаимосвязанными событиями и явлениями для решения конкретной задачи. Поэтому для создания в аппаратно-программной части аппаратно-студийных комплексов для целей дальнейшего использования в рамках оптимизации рабочего или производственного процесса требуется разработка обучающей среды, использующей данные реальных задач в области вещания.

На примере создания контента из устаревших архивов проанализируем, как с помощью технологий машинного обучения и искусственного интеллекта оптимизировать создание метаданных контента. На аппаратно-студийном оборудовании АСК всегда хранятся

архивы прошлых программ вещания, содержащие видеоматериалы и другие записанные материалы. Для возможного повторного использования вышеназванных материалов в процессе производства программ продюсеры часто ищут архивные видеоматериалы и аудиофайлы для возможного повторного использования в процессе производства программ. Если использовать алгоритмы машинного обучения и искусственный интеллект для автоматизации генерации метаданных в устаревшем и новом контенте в рамках рабочих процессов управления медиаактивами, то поиск будет упрощен (видеозапись и аудиофайл будут связаны с метаданными, указывающими на информацию о содержимом). Технологии анализа изображений и звука, включая распознавание лиц, обнаружение текста, обнаружение звуковых признаков, позволят автоматически генерировать метаданные. Традиционная ручная обработка архивных данных, в отличие от автоматического поиска, не только занимает много времени, но и менее эффективна.

Подводя итог, необходимо отметить, что решение большинства проблем в области телевизионного веща-

ния возможно за счет современных решений по модернизации аппаратно-студийных комплексов с использованием технологий, основанных на искусственном интеллекте. Такие технологии оказывают значительное положительное влияние на производственный процесс и телевизионное вещание. Сказанное проявляется, в частности, в возможности улучшения эффективности рабочего процесса за счет автоматизации отдельных рабочих процессов и процессов обработки и генерации данных.

Вместе с тем, основным требованием, предъявляемым к любым технологиям, основанным на искусственном интеллекте, является наличие большого количества данных для обучения нейронных сетей, которые представляют собой связь между событиями (явлениями) для решения конкретной задачи. Поэтому для создания в аппаратно-программной части аппаратно-студийных комплексов для целей дальнейшего использования в рамках оптимизации рабочего или производственного процесса, требуется разработка обучающей среды, применяющей данные реальных задач в области вещания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мокеров И. Аппаратно-студийное сердце телецентра // «Теле-Спутник». — 2016. — С. 68–71.
2. Талалаев А.А., Фраленко В.П. Архитектура комплекса конвейерно-параллельной обработки данных в гетерогенной вычислительной среде // *Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science*. — 2013. — № 3. — С. 113–117.
3. Цай Пэйен Трансформация российского производства телепрограмм в эпоху искусственного интеллекта // *Современные инновации*. — 2020. — № 2 (36). — С. 49–51.
4. Alauddin Bhuiyan, Arun Govindaiah, R. Theodore Smith, "An Artificial-Intelligence- and Telemedicine-Based Screening Tool to Identify Glaucoma Suspects from Color Fundus Imaging", *Journal of Ophthalmology*. — 2021. — pp. 1–8.
5. Kumar M, Sharma S, Chaudhary D, et al. Image Recognition Using Artificial Intelligence[C]// 2021 International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE). — 2021. — pp. 760–763.
6. Ichiki, M., Shimizu, T., Imai, A., Takagi, T., Investigation of Simultaneous hearing of Live Commentaries and Automated Audio Descriptions, Autumn Meeting of the Acoustical Society of Japan, 3–5–7. (2017). — pp. 1509–1510
7. Pereira, Miguel & Elkawy, Amer & Lekov, Andrey & Adhikari, Keshab. Netflix — the new face of the TV industry. (2015). — 20 p.
8. Hu R, Li M, Xu H, et al. Research and Application of Key Technologies for Medical Image Intelligence Knowledge Discovery and Data Processing [J]. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 2020.
9. Электронный ресурс. Режим доступа: https://pro.sony/en_GB/press/appoints-stuart-almond-head-up-newly-formed-european-intelligent-media-services-team (дата обращения 02.07.2022 г.).

© Кузнецов Святослав Сергеевич (svyatique@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФИЛОСОФИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ГИГИЕНЫ: НЕСКОЛЬКО ПРОСТЫХ СПОСОБОВ ЗАЩИТИТЬ ОРГАНИЗАЦИЮ ОТ УТЕЧКИ ДАННЫХ

THE PHILOSOPHY OF INFORMATION HYGIENE: A FEW SIMPLE WAYS TO PROTECT AN ORGANIZATION FROM DATA LEAKAGE

**O. Laminina
R. Laminin**

Summary. The article is devoted to alternative ways to prevent data leakage from the corporate infrastructure of organizations belonging to different verticals. As well as exfiltration of data from mobile devices of employees of these companies. The article considers the relevance and necessity of changing the view and approach to the modern philosophy of enterprise information protection. The paper considers the use of robotics tools of various processes, the use of web isolation tools, tools that make it difficult to profile employees, and, consequently, prevent attacks by means of social engineering. It also describes the need to create and conduct various educational events for employees.

Keywords: information security, cyberattack, authentication, phishing, malicious software, exfiltration.

Ламинина Ольга Глебовна

К.ф.н., доцент, Национальный исследовательский университет Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
olga.laminina@ngips.ru

Ламинин Роман Анатольевич

Аспирант, Национальный исследовательский университет Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
ral@ngips.ru

Аннотация. Статья посвящена альтернативным способам предотвращения утечки данных из корпоративной инфраструктуры организаций, принадлежащих различным вертикалям. А также эксфильтрации данных с мобильных устройств сотрудников этих компаний. В статье рассмотрена актуальность и необходимость изменения взгляда и подхода к современной философии защиты информации предприятий. Рассматривается применение средств роботизации различных процессов, применение средств веб-изоляции, средств затрудняющих профилирование сотрудников, а, следовательно, предотвращающих атаки средствами социальной инженерии. Также описывается необходимость создания и проведения различных образовательных мероприятий для сотрудников.

Ключевые слова: информационная безопасность, кибератака, аутентификация, фишинг, вредоносное программное обеспечение, эксфильтрация.

Введение

Изначально, скорость хакерской атаки зависела исключительно от квалификации злоумышленника и, как ни странно, от скорости печати. Вчерашние ручные хакерские атаки сегодня полностью автоматизированы за счет использования вредоносного программного обеспечения.

Обычная организация подвергается более 300 кибератакам в день, при этом полноценное расследование всего одной из них занимает примерно от 30 минут до 8 часов. Ни в одна организация не может позволить себе такое количество персонала, чтобы провести тщательный анализ всех этих атак. Кроме того, атаки на основе вредоносного программного обеспечения могут начинаться и заканчиваться в течение менее 15 минут. При таких скоростях ни один автоматизированный ситуаци-

онный центр, не говоря о ручном анализе, не сможет предотвратить утечку данных.

Любая кибератака тщательно готовится, также как, например, ограбление банка в реальном мире. Злоумышленнику необходимо получить максимум информации о банке, сотрудниках, сигнализации, сейфе, кодах и т.д. В виртуальном мире тоже самое, и так же работают методы социальной инженерии. Традиционных средств защиты — межсетевых экранов, систем предотвращения вторжений, антивирусов, уже недостаточно. Следовательно, необходимо действовать на превентивном уровне.

Многие отрасли, находящиеся в зоне риска, в том числе финансовые организации, образование и частный бизнес, подсчитывают количество утечек больших объемов данных за минувший год. По данным Центра

по борьбе с хищениями личных данных, число утечек данных в мире в 2021 году взлетело на 82% [1].

Рекомендации по предотвращению утечки данных

Рассмотрим несколько недорогих способов усиления системы ИБ инфраструктуры большинства организаций. Каждый из этих способов не является панацеей, однако применение их в комплексе гарантированно повысит уровень безопасности предприятия.

Проблема:

В связи с пандемией вопрос по организации удаленной работы сотрудников вышел на передний план. В сложившейся ситуации уже не стоит вопрос о том, должен ли сотрудник работать из дома, сейчас это уже нормальная практика.

Самая большая проблема, с которой сталкиваются сотрудники отделов ИБ — это использование удаленно работающими сотрудниками своих устройств для выполнения должностных обязанностей, и соответственно, это утечка частных данных с этих устройств.

Если мобильные устройства постоянно включены — это значит, что данные с них постоянно утекают, то есть происходит эксфильтрация данных.

Что такое эксфильтрация данных?

Эксфильтрация данных — это несанкционированное копирование, передача или извлечение данных с компьютера или сервера. Такая ситуация возникает, когда вредоносное ПО и/или злоумышленник осуществляет несанкционированную передачу данных с компьютера. Эксфильтрация данных также считается одной из форм кражи.

Процесс эксфильтрации очень трудно обнаружить, потому что он происходит на заднем плане, жертва даже не осознает, что что-то произошло, а утечка частных данных делает уязвимыми не только отдельных пользователей, но и организации к атакам с помощью методов социальной инженерии. Сейчас кибератаки растут как в количественном, так и в качественном плане. Рано или поздно, вредоносное ПО будет установлено на устройство. Такие вредоносные программы часто остаются скрытыми и активируются только тогда, когда машина простаивает в течение определенного периода времени или по определенному системному событию. Люди часто удивляются, сколько данных передают и получают их мобильное устройство за ночь, когда они даже не пользовались своим смартфоном или планшетом.

Распространенные методы включают анонимизацию подключений к сторонним серверам для защиты личности злоумышленника. Например, использование DarkWeb, прямые IP-адреса, инкапсуляцию трафика в протоколы SSL/TLS и бесфайловые атаки, где злоумышленники могут использовать удаленное выполнение кода.

Решение:

Стандартных систем обнаружения вторжений, МЭ, антивирусов недостаточно для предотвращения утечки данных. В подобной ситуации используется технология реверсивного межсетевое экрана.

Реверсивный МЭ останавливает кибератаки в режиме реального времени, сосредоточившись на предотвращении утечки данных, профилировании хозяина устройства и сбора о нем частных данных. Подобная технология защищает от современных угроз, заполняя пробел между решениями безопасности, фокусируясь на предотвращении доступа с помощью систем охраны периметра (межсетевые экраны, IDS/IPS, антивирусы).

Реверсивный МЭ — это единственная технология, которая обеспечивает защиту от эксфильтрации данных с устройства и гарантирует, что никакие данные никогда не отправятся в публичную сеть, а также это единственное решение, способное блокировать исходящий поток данных. Множественные уровни защиты реверсивного МЭ защищают от вымогателей, шпионских программ, вредоносных программ, фишинга, несанкционированного сбора данных и профилирования.

Использование системы управляемой передачи файлов для защиты ваших данных

Проблема:

Отсутствие системы, позволяющей автоматизировать бизнес-сценарии при передаче файлов между организацией и её контрагентами. Передача данных осуществляется на основе небезопасных и/или устаревших протоколов.

Данные, которые должным образом не зашифрованы, могут быть скомпрометированы. Только в этом году в банке «Скоттрейд» (Scottrade) произошла утечка из базы данных, содержащей данные 20 000 клиентов. База данных не была зашифрована и были украдены учетные данные, номера социального страхования, имена и другие персональные данные сотрудников. Обидно, что всего этого можно было бы избежать, ис-

пользуя практики кибербезопасности и планирование.

Защитите каждый файл, папку и базу данных в общедоступных и частных сетях с помощью шифрования, применяя алгоритмы AES и OpenPGP и протоколы и SFTP, FTPS, AS2 и HTTPS при передаче данных.

Решение:

Внедрите систему управляемой передачи файлов (Managed File Transfer — MFT) в своей организации.

Что такое управляемая передача файлов (MFT)?

MFT появилось для удовлетворения растущих потребностей организаций, которые хотели сократить свои затраты на передачу файлов, значительно улучшить свою кибербезопасность и заменить использование уязвимых протоколов передачи файлов, таких как FTP.

По сути, это технология «все-в-одном», которая автоматизирует и шифрует передачу файлов. MFT позволяет администраторам выполнять следующие задачи:

- ◆ Шифровать и дешифровать конфиденциальные файлы и документы
- ◆ Осуществлять передачу пакетных файлов по расписанию
- ◆ Запускать рабочие процессы для обработки завершенных передач
- ◆ Связываться с торговыми партнерами с помощью внешних серверов или облака
- ◆ Просмотр журналов аудита для получения важных сведений о передачах
- ◆ Создание отчетов для ключевых заинтересованных сторон

Решение MFT упрощает выполнение критически важных бизнес-задач и сокращает время, затрачиваемое на ручную передачу файлов, пользовательские сценарии, внутренние процессы и многое другое. Благодаря MFT организации могут быть уверены в том, что их бизнес-процессы будут работать бесперебойно и эффективно, без задержек, ошибок или уязвимостей.

Вот несколько признаков того, что имеет смысл рассмотреть возможность внедрения решений MFT.

1. Необходимо провести аудит операций передачи файлов

В некоторых распространенных сценариях может потребоваться аудит передачи файлов. Возможно,

ваши торговые партнеры и заинтересованные стороны хотят получить обзор деятельности за месяц. Или, возможно, передача файлов не удалась, и вам нужно выяснить, где произошел сбой. Независимо от ситуации, MFT хранит подробные логи для всех операций передачи файлов и рабочих процессов, которые когда-либо выполнялись.

Некоторые решения имеют интерфейс, который позволяет быстро искать в журналах конкретные термины, пользователей или диапазоны дат. Также можно изучить процессы передачи файлов, чтобы получить детали из журнала заданий, в том числе время и дату начала работы, частью какого проекта она была, и был ли удачен тот или иной этап проекта.

2. Для отправки данных используются традиционные методы

С 1970-х годов протокол FTP позволяет организациям быстро отправлять и извлекать данные. Он по-прежнему популярен; несмотря на то, что появились новые протоколы передачи файлов, которые обеспечивают шифрование, многие ИТ-команды по-прежнему предпочитают использовать FTP для своих нужд.

Кибератаки проверяли целостность FTP-связи на протяжении многих лет. Поскольку FTP устарел и не соответствует современным стандартам безопасности, это плохой выбор для отправки файлов через частные и/или общедоступные сети. Может возникнуть соблазн отправлять данные с помощью доморощенных решений, однако использование старых технологий отнимает много времени, их трудно поддерживать, и они полны недостатков и уязвимостей. Использование любого из этих методов (FTP и ручные процессы) может привести к утечке данных.

С другой стороны, MFT снимает с Вас риски, техническое обслуживание и работы по программированию. Управляемая передача файлов легко поддается аудиту, удобна в использовании, и дает возможность планировать пакетные передачи и снимает часть нагрузки с ИТ отдела. Более того, все MFT решения поддерживают протоколы для безопасного обмена данными — SFTP, FTPS и HTTPS, все они обеспечивают шифрование; в отличие от обычного FTP.

3. Процессы должны адаптироваться к изменяющимся условиям сети

Предсказать и предотвратить простой очень сложно, особенно в случае непредвиденной ошибки или стихийного бедствия. Но возможно подготовиться подобным сбоем, обеспечив максимально высокую до-

ступность критически важных систем передачи файлов и серверов.

Такие решения, как MFT, предоставляют методы кластеризации active-passive и active-active, а также катастрофоустойчивые конфигурации и возможность применения технологии DR (Disaster Recovery — Восстановление после сбоя) для организаций, которым необходимо поддерживать свои процессы в активном состоянии независимо от ситуации. Кластеризация обеспечивает наилучшую отказоустойчивость за счет одновременного запуска нескольких серверов. Если один падает, то передачи файлов и рабочие процессы будут выполняться на других серверах поэтому связь с сотрудниками и торговыми партнерами не будет нарушена.

4. Вы должны соответствовать государственным требованиям

Некоторые компании работают с правительственными организациями. Таким образом, они должны соответствовать специальным требованиям по отчетности и шифрованию. С помощью MFT эти требования могут быть выполнены следующим образом:

- ◆ ГОСТ 28147–89 совместимые алгоритмы шифрования.
 - ◆ Журналы аудита и созданные отчеты
 - ◆ Безопасная аутентификация и контроль пользователей
10. Создание и внедрение программы повышения осведомленности о безопасности

Проблема:

Целенаправленный фишинг остается одним из наиболее часто используемых способов хищения конфиденциальной информации компании. Это тревожный факт; с учетом того, что средняя стоимость утечки данных составляет более 3 миллионов долларов, ставки слишком высоки для вредоносного электронного сообщения, вызывающего проблемы у клиентов и учреждений. Но утечки в результате целенаправленного фишинга можно полностью предотвратить.

Ни для кого не секрет, что человеческий фактор самая большая уязвимость для компаний, ведущих борьбу с фишингом. Интернет-сообщество профессионалов в области безопасности Dark Reading объясняет эту загадку на своем брифинге по недавнему исследованию инструмента рассылки фишинговых писем по электронной почте PhishMe: «Отчет показал, что 91% кибератак начинаются с фишинговых писем, и основные причины, по которым люди ведутся на такие письма — это любопытство, страх и спешка» [4].

Банки не защищены от такого поведения. Например, Банк Канады (Bank of Canada) не смог удержать своих сотрудников от чтения подозрительных писем или запуска подозрительных приложений. Financial Post пишет, что «люди являются слабым звеном в кибербезопасности центрального банка. Помимо сотрудников, которых подтолкнули к открытию вредоносных писем, были еще и пользователи, которые загружали вредоносное программное обеспечение во время серфинга в Интернете или просмотра онлайн магазинов и отправляли его по электронной почте на рабочие адреса».

Решение:

Большинство людей знают, что не нужно нажимать на подозрительные ссылки или открывать вложения от «иностранных принцев» и учреждений, в которых они никогда не делали покупки, но хакеры стали также умны, как и мы. Большинство вредоносных программ и афер скрыты за сообщениями от достоверных отправителей, таких как генеральный директор компании или бухгалтерия.

Сделайте кибербезопасность основным направлением в вашей организации. Определите стратегию и хорошую программу повышения осведомленности о безопасности, а затем реализуйте ее, начиная с процесса обучения каждого сотрудника. Требуйте проведения частых тренингов, чтобы вся компания была осведомлена о новейших слабых местах и политиках безопасности, но следите, чтобы это было увлекательно. Чем больше сотрудников чувствуют себя наделенными полномочиями и вовлеченными в успех организации, тем больше будут соблюдать надлежащие меры безопасности.

5. Источником почти всех успешных атак является общедоступный интернет, а атаки через браузеры составляют основную часть атак против пользователей.

Проблема:

Неосведомленность специалистов в области ИТ о проблемах информационной безопасности, связанных с браузерами конечных пользователей. Со временем браузеры становятся мишенью вредоносного ПО, программ-вымогателей и других видов небезопасного ПО. Добавьте ко всему этому пользователей, которые слишком вольно обращаются с клавиатурой или с мышкой, так называемых happy clickers, а также среду, в которой отсутствует регулярное обновление и корректировка браузеров — и в результате получаем просто катастрофическую ситуацию для информационной

безопасности. Все данные факторы добавляют к уже опасной самой по себе среде браузеров несметное количество векторов угроз.

Решение:

Дело в том, что на самом деле очень легко устранить данные проблемы. Для начала необходимо запретить использование браузеров. Несомненно, у читателя эти слова вызовут шок. Тем не менее, проблема была бы решена, но, по всей видимости, это в принципе невозможно.

В таком случае как предприятия могут обеспечить надлежащий уровень безопасности, масштабируемости, работоспособности и высокую степень прозрачности в сложной сетевой среде? Ответ прост — применить технологию изоляции браузера или так называемый воздушный зазор.

Понятно, что пока навигация не будет очищена от угроз, предприятия будут подвергаться риску, связанному с множеством проблем в области безопасности.

Изоляция браузера работает с использованием того же метода, что и больница, изолирующая инфекционного пациента от остальной части здорового населения.

До тех пор, пока сохраняется инфекция, семья и друзья могут общаться с инфекционными пациентами через окна и динамики, благодаря чему обеспечивается защита от опасных микроорганизмов. Когда пациент вылечится, он выходит из изолятора. Его изоляционная камера быстро возвращается в первоначальное стерильное состояние и готова к приему следующего пациента: зараженные предметы утилизируются, а поверхности подвергаются обработке, причем опасные возбудители уничтожаются до возможного распространения за пределы данной камеры.

Аналогичным образом благодаря изоляции процесса навигации, связанные с рисками сеансы, прообразовываются для пользователей в безопасный визуальный поток без вредоносных программ. В случае необходимости элементы для загрузки при доставке полностью «дезинфицируются» с помощью технологии санитизации. И как только потребность в изоляции отпадает, в отличие от дорогостоящего медицинского оборудования, удаленные изолированные браузеры просто уничтожаются вместе со всеми инфекционными вредоносными программами, приобретенными во время сеанса, и для следующего сеанса навигации создается новый браузер.

Добавляя такой уровень изоляции, предприятия устанавливают барьер между конечными устройствами и небезопасной зоной сети Интернет. Изоляция никак не отображается на использовании браузера пользователями, но при этом значительно сводятся к минимуму риски атак и вредоносных инфекций.

Изоляция браузеров обладает немалым количеством преимуществ:

- ◆ Минимизация количества векторов атак. Несмотря на то, что изолирование и надежная защита браузеров не могут полностью исключить веб-атаки, количество векторов атак при этом существенно уменьшается.
- ◆ Упрощение эффективного управления. Не во всех организациях имеется централизованный сервер обновления, который гарантирует развертывание обновления браузера в рамках всей организации. Изоляция браузера означает, что больше не надо беспокоиться о том, какую версию Firefox, IE или Chrome используют сотрудники. Достаточно одного обновления — и дело в шляпе.
- ◆ Обеспечение всесторонней защиты. Предполагается концепция информационной безопасности, согласно которой на предприятии внедряются несколько уровней элементов управления безопасностью. Таким образом обеспечивается наличие альтернативных средств в случае сбоя системы безопасности или проявления уязвимости, благодаря чему исключаются точки отказа, которые подвергают сеть широкомасштабным атакам. Изоляция является дополнением к набору средств обеспечения информационной безопасности.
- ◆ Возможность интеграции с другими решениями. Изоляция браузера дополняет существующие основные решения в области обеспечения безопасности, такие как безопасные интернет-шлюзы (SWG), брандмауэры, системы обнаружения вторжений (IDS), предотвращения потери данных (DLP) и мониторинга целостности файлов (FIM). Кроме того, удаленная изоляция расширяет существующие средства классификации.
- ◆ Минимизация расходов на техническую поддержку. Изоляция браузера сводит к минимуму различия в настройках навигации у сотрудников. При обращении в службу технической поддержки много времени уходит на то, чтобы понять, что происходит с конфигурацией и настройками браузера конечного пользователя. Если данный элемент устранить, обращения в службу поддержки будут занимать меньше времени, расходы сократятся, а производительность увеличится, что является веским преимуществом.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A3%D1%82%D0%B5%D1%87%D0%BA%D0%B8_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85 (дата обращения: 17.04.22).
2. <https://www.paymentsource.com/opinion/a-culture-of-security-can-harden-a-companys-defenses> (дата обращения: 18.04.22).
3. <https://www.securelink.com/blog/breaches-two-factor-authentication-blocked/> (дата обращения: 17.04.22).
4. <https://www.darkreading.com/attacks-breaches/hackers-and-artificial-intelligence-a-dynamic-duo/d/d-id/1335741> (дата обращения: 17.04.22).
5. <https://www.darkreading.com/vulnerabilities---threats/a-new-risk-vector-the-enterprise-of-things-/a/d-id/1339081>
6. <https://www.interfax.ru/russia/680021> (дата обращения: 17.04.22).
7. «Проблемы Квалификации Хищения Электронных Денежных Средств» Аলেখин Виталий Петрович, Булавка Дмитрий Михайлович. Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия. Тип: статья в журнале — научная статья Язык: русский. Номер: 34 Год: 2019 Страницы: 20–25. УДК: 343.72 (дата обращения: 18.04.22).
8. «Способ И Цель Совершения Мошенничества» Хоменко Анатолий Николаевич, Черемнова Наталья Александровна НОУ ВПО «Сибирский институт бизнеса и информационных технологий» Омской академии Министерства внутренних дел Российской Федерации. Тип: статья в журнале — научная статья Язык: русский. Номер: 4 (28) Год: 2018 Страницы: 95–99 Поступила в редакцию: 22.11.2018. УДК:343.721. https://elibrary.ru/download/elibrary_32722868_61561257.pdf (дата обращения: 17.04.22).

© Ламинина Ольга Глебовна (olga.laminina@ngips.ru), Ламинин Роман Анатольевич (ral@ngips.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ORGANIZATIONAL MECHANISM FOR THE DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL VIABILITY OF MANAGEMENT SYSTEMS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

**E. Nadezhina
A. Golovina**

Summary. The sanctions of 2022 have become another test of strength for Russian industrial enterprises. In this regard, the issues of adaptation to changing environmental conditions, achieving and maintaining sustainability by the industrial sector are of particular relevance. In addition, it is precisely in such difficult conditions that the ambitious task of selecting candidates for the role of “locomotives of growth” in the region of their localization has been set among the leading industrial enterprises. The scientific concept of the development of the functional viability of the management system proposed by the authors is considered as a mechanism for ensuring the stability and balance of industrial enterprises. The purpose of the article is to develop an organizational mechanism for the development of the functional viability of the management system of industrial enterprises. The author's definition of the functional viability of the management system is proposed. Theoretical approaches to its assessment are generalized. The provisions on the components of the functional viability of the management system of an industrial enterprise with the allocation of 3 modules are systematized: active stability, balance and consistency of the management system of industrial enterprises with the regional ecosystem. The assessment makes it possible to identify the level of development of the functional viability of the management system and justify the scenario of its further development corresponding to it. The practical significance lies in the possibility of improving the management system of industrial enterprises in the context of the development of functional coherence, which allows creating conditions for increasing their sustainability, balance and consistency with the targets of the development of regional ecosystems.

Keywords: functional viability, regional ecosystem, management system, assessment of sustainability, balance, consistency, organizational mechanism.

Надеина Елена Анатольевна

Аспирант, Уральский государственный
экономический университет, Екатеринбург
nadeina_y@inbox.ru

Головина Алла Николаевна

Д.э.н., профессор, Уральский государственный
экономический университет, Екатеринбург
vshko@inbox.ru

Аннотация. Санкции 2022 года стали очередным испытанием на прочность для промышленных предприятий России. В этой связи особую актуальность приобретают вопросы адаптации к меняющимся условиям внешней среды, достижения и сохранения промышленным сектором устойчивости. Кроме того, именно в таких непростых условиях поставлена амбициозная задача отбора среди ведущих промышленных предприятий претендентов на роль «локомотивов роста» в регионе их локализации. Предлагаемая авторами научная концепция развития функциональной состоятельности системы менеджмента рассматривается как механизм обеспечения устойчивости и сбалансированности промышленных предприятий. Целью статьи является разработка организационного механизма развития функциональной состоятельности системы менеджмента промышленных предприятий. Предложено авторское определение функциональной состоятельности системы менеджмента. Обобщены теоретические подходы к ее оценке. Систематизированы положения о составляющих функциональной состоятельности системы менеджмента промпредприятия с выделением 3 модулей: активной устойчивости, сбалансированности и согласованности управленческой системы промышленных предприятий с региональной экосистемой. Проведение оценки позволяет выявить уровень развития функциональной состоятельности системы менеджмента и обосновать соответствующий ему сценарий ее дальнейшего развития. Практическая значимость заключается в возможности совершенствования системы менеджмента промышленных предприятий в контексте развития функциональной состоятельности, позволяющей создать условия для повышения их устойчивости, сбалансированности и согласованности с целевыми ориентирами развития региональных экосистем.

Ключевые слова: функциональная состоятельность, региональная экосистема, система менеджмента, оценка устойчивости, сбалансированности, согласованности, организационный механизм.

Введение

Актуальность исследования. Промышленные предприятия вынуждены функционировать в условиях постоянно меняющейся внешней среды, что, безусловно, оказывает влияние на результативность его работы. В связи с этим система менеджмента тоже претерпевает значительные изменения со смещением акцентов в то или иное функциональное управление. В настоящий момент упор делается на подборе потенциальных претендентов из числа ведущих промышленных компаний на роль «локомотивов роста» в регионе. Это предъявляет особые требования к результативности системы менеджмента предприятий исходя из соответствия социально-экономическим приоритетам региона [1, с. 50].

Уральский федеральный округ и Свердловская область лидируют по показателям концентрации промышленного производства на основании показателей стоимостного объема отгруженных товаров собственного производства, доли численности занятых в промышленности от общего числа занятого населения и удельного веса инновационных товаров, работ, услуг, в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций промышленного производства (табл. 1).

Для промышленных предприятий УрФО и Свердловской области, в частности, создание условий для становления «локомотивов роста» в регионе имеет особую значимость.

Цель и задачи исследования

Анализ научных источников позволил сделать вывод, что важнейшим условием обеспечения устойчивости и сбалансированности системы менеджмента промышленных предприятий, а также согласованности с целевыми приоритетами региональных экосистем является разработка организационного механизма развития функциональной состоятельности системы менеджмента промышленных предприятий. Она рассматриваются как комплексный индикатор результативности системы менеджмента в быстро меняющихся условиях. В настоящий момент эта задача заслуживает особого внимания. Поэтому целью исследования является разработка организационного механизма развития функциональной состоятельности системы менеджмента промышленных предприятий. Для достижения цели требуется решение следующих задач исследования:

1. обобщение теоретических подходов к оценке результативности системы менеджмента;
2. систематизация методических положений о составляющих функциональной состоятельности

системы менеджмента промышленных предприятий;

3. разработка организационного механизма развития функциональной состоятельности системы менеджмента промышленных предприятий.

Методология исследования. Для целей экономической оценки функциональной состоятельности системы менеджмента промышленных предприятий и обоснования текущего состояния для возможности разработки организационного механизма применялись методы декомпозиции, представляющие сложную систему менеджмента промышленного предприятия в виде взаимосвязанных подсистем. Также в исследовании использовались методы анализа и синтеза, индукции и дедукции.

Теоретические подходы к понятию функциональной состоятельности систем менеджмента промышленных предприятий

В отечественной литературе можно встретить следующие подходы к содержанию дефиниции «менеджмент»: функциональный, гуманистический, системный и эволюционный. Так, функциональный подход, представленный такими авторами, как Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. [8], Голоктейев К., Матвеев [5], И. Маршев [7], отражает многоаспектность управления применительно к базовым функциям предприятия.

Согласно гуманистическому подходу, основателями которого являются М. Фоллет, Э. Мейо, Д. Макгрегор, А. Гастев [2], особое внимание в менеджменте уделяется повышению интенсивности труда и накоплению знаний.

Системный подход, берущий начало в работах Д. Берталанффи, И. Миллера, Р. Акоффа, отражает сложный процесс взаимодействия управляемой и управленческой подсистем менеджмента и по-прежнему остается актуальным в рассмотрении элементов и связей в экосистеме (Головина А.Н., Потанин В.В. [3, с. 54]).

Эволюционный подход, авторами которого являются Г. Нельсон, С. Уинтер [9], П. Перотто [11], А. де Гиус [3], К. Нордстрем, Й. Риддерстралле [10, с. 80], Е.А. Дергачева [6, с. 25], позволяет учитывать предшествовавший опыт развития компании и воздействовать управленческими решениями на жизненный цикл фирмы.

Анализ рассмотренных источников позволяет говорить об изменении подхода к управлению предприятием, исходя из следующих положений:

- ♦ учет функций предприятия, относящихся к внешней окружающей среде (функциональный подход).

Таблица 1. Оценка региональных экосистем применительно становления локомотивов роста, 2021 г.

Субъекты Федерации	ФО	Объем отгруженных товаров	Доля занятых в промышленности	Доля инновационных товаров	Локомотивы роста
Ямало-Ненецкий автономный округ (Тюменская область)	УрФО	0,92	0,28	0,00	0,96
Ханты-Мансийский автономный округ — Югра (Тюменская область)	УрФО	0,85	0,31	0,00	0,91
Челябинская область	УрФО	0,38	0,27	0,03	0,47
Кемеровская область	СФО	0,39	0,26	0,02	0,47
Свердловская область	УрФО	0,33	0,25	0,08	0,42
Тюменская область (без АО)	УрФО	0,32	0,15	0,18	0,4
Красноярский край	СФО	0,33	0,19	0,03	0,38
Республика Татарстан	ПрФО	0,19	0,23	0,21	0,36
Пермский край	ПрФО	0,18	0,24	0,16	0,34
Самарская область	ПрФО	0,16	0,24	0,19	0,34
Нижегородская область	ПрФО	0,15	0,21	0,18	0,32
Краснодарский край	ЮФО	0,26	0,14	0,10	0,31
Ростовская область	ЮФО	0,15	0,16	0,16	0,28
Московская область	ЦФО	0,14	0,20	0,10	0,27
Ленинградская область	СЗФО	0,16	0,22	0,02	0,27
г. Москва	ЦФО	0,18	0,10	0,16	0,26
Республика Башкортостан	ПрФО	0,13	0,21	0,09	0,26
Омская область	СФО	0,19	0,17	0,02	0,26
Иркутская область	СФО	0,17	0,19	0,01	0,25
Город Санкт-Петербург	СЗФО	0,16	0,15	0,08	0,24

- ◆ основные цели предприятия гармонизируются с целями общества, региона (гармоничный подход).
- ◆ для обеспечения устойчивого и сбалансированного развития предприятия требуется учитывать всю систему управленческих решений, оказывающий влияние на внутреннюю и внешнюю бизнес-систему предприятия (системный подход).
- ◆ результативность системы менеджмента подвержена эволюции, т.е. управленческие инструменты адаптируются к изменениям внешней бизнес-системы (эволюционный подход).

Это привело к разработке нового понятия, обозначенного как функциональная состоятельность системы менеджмента предприятия, под которым понимается комплексный показатель результативности управленческих решений, с учетом эндогенных и экзогенных характеристик результативности в контексте устойчивости, совместимости и сбалансированности системы менеджмента в заданных пространственных и временных условиях функционирования.

Разработанный организационный механизм развития функциональной состоятельности промышленных предприятий

С учетом анализа методических положений авторы выделяют 3 блока составляющих оценки функциональной состоятельности системы менеджмента, касающихся измерения базисных компонент: целевой устойчивости системы менеджмента предприятия; совместимости системы менеджмента предприятия, которая должна проводиться в двух разрезах: эндогенной и экзогенной согласованности; сбалансированности сфер управленческого воздействия системы менеджмента предприятия в регионе.

Для каждого структурного элемента функциональной состоятельности предложен соответствующий ему метод и инструментарий, которые необходимо применять на различных этапах организационного механизма развития функциональной состоятельности системы менеджмента промышленного предприятия. Данный организационный механизм позволяет выявить, на какой из стадий формирования функциональной состоятельности менеджмента находится предприятие: на начальной, отвечающей за потенциал управленческих решений; на стадии реагирования на происходящие тенденции внутренней и внешней среды, отвечающей за стремление системы менеджмента к функциональной состоятельности или стадии нового поведения системы, позволяющего предприятию стать региональ-

ным лидером и «локомотивом роста». Основными методическими положениями, обеспечивающими запуск данного механизма, являются: создание команды, которая будет устранять проблемы, использование принципов непрерывного улучшения качества управленческих нововведений и удержание целевого ориентира предприятия стать региональным лидером — локомотивом роста в системе управленческих решений предприятия.

Разработаны методические особенности внедрения организационного механизма развития функциональной состоятельности системы менеджмента на промышленном предприятии. Данные особенности содержат в себе положения, раскрывающие организацию внедрения авторского механизма в управленческую деятельность предприятия. Обосновано, что все управленческие решения должны быть целенаправленного и поэтапного внедрения; необходимо усиление ответственности высшего руководства и применение командных форм управленческих преобразований. Руководитель занимает главенствующую роль в перечисленных выше процессах, так как он наделяет необходимыми правами и ответственностью проектную команду под конкретную задачу. Не менее важным этапом служит выбор участников проектной команды и стимулирование активности работы данной проектной команды. Планирование и согласование работ должно распространяться как на долгосрочный период, так и краткосрочный. Функционирование самого механизма должно базироваться на применении принципов непрерывного улучше-

ния качества работы проектной команды. В рамках этих положений детально рассмотрены вопросы организации эффективной работы проектной команды в контексте алгоритма ее внедрения; основных задач и принципиальной схемы функционирования. Также определены четыре базовых сценария организационного механизма развития функциональной состоятельности системы менеджмента промышленного предприятия в зависимости от результатов оценки системы менеджмента и выявления текущего уровня развития системы управления.

Заключение

Проведенное исследование закладывает теоретические основы для расширения научных основ менеджмента, способного выступить базой для повышения комплексной результативности, устойчивости и конкурентоспособности промышленных предприятий в условиях неопределенности. Практическая значимость разработанных положений по развитию функциональной состоятельности заключается в возможности на основе предложенных алгоритмов ее внедрения повысить результативность, устойчивость и сбалансированность системы менеджмента промышленного предприятий, а также согласованность проводимой политики развития предприятия с целевыми приоритетами развития региональной экосистемы, в которой оно находится. Все это способствует формированию из промышленных предприятий региона потенциальных претендентов на роль «локомотивов роста» в новых социально-экономических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Е.Л., Глухих П.Л., Мыслякова Ю.Г. Бизнес-стратегии участия компании в предпринимательских экосистемах // Управленец. 2018. Т. 9. № 6. С. 49–57.
2. Гастев А.К. Трудовые установки. Серия «Советский производственный менеджмент». — М.: URSS. 2011. — 344 с.
3. Де Гиус А. Живая компания. Рост, научение и долгожительство в деловой среде. СПб.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге. 2004.
4. Головина А.Н., Потанин В.В. Развитие теоретических основ формирования экосистем промышленных предприятий // Общество: политика, экономика, право. 2021. № 12 (101). С. 52–56.
5. Голоктеев К., Матвеев И. Управление производством: инструменты, которые работают. СПб.: Питер, 2008.
6. Дергачева Е.А. Биотехнологические перспективы развития рыночной экономики // Инновации. 2020. № 2. С. 22–31.
7. Маршев В.И. История управленческой мысли: Учебник. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 713 с. (С. 239).
8. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М.: Вильямс, 2007. 642 с.
9. Нельсон Р.Р., Уинтер С. Дж. Эволюционная теория экономических изменений. — М.: Дело, 2002. 536 с.
10. Нордстрем К. А., Риддерстралле Й. Бизнес в стиле фанк. Капитал пляшет под дудку таланта. СПб.: Стокгольмская школа экономики. 2003. С. 78–84.
11. Перотто П. Дарвинизм и менеджмент. М., 1990. С. 27–118.

УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ НА КОРОТКИХ ВЫБОРКАХ

IMPROVING THE CHARACTERISTICS OF PSEUDORANDOM NUMBER GENERATORS ON SHORT SAMPLES

P. Novikov

Summary. The paper proposes an approach that improves the quality of pseudorandom numerical sequences on short samples. A discrete approximation of the continuous distribution function is made. Various rules for constructing histograms have been considered. An algorithm has been created that forms the best (according to the criterion of agreement) uniform distribution on short samples. The ways of applying the algorithm to generate other distributions are demonstrated.

Keywords: pseudorandom number generator, discrete approximation of the distribution function, agreement criterion, histogram, rule for choosing the number of intervals, inverse function method, frequency spectrum, the central limit theorem, the Box-Muller transformation.

Новиков Павел Владимирович

*К.т.н., доцент, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
novikov.mai@mail.ru*

Аннотация. В статье предложен подход, улучшающий на коротких выборках качество псевдослучайных числовых последовательностей. Проведена дискретная аппроксимация непрерывной функции распределения. Изучены различные правила построения гистограмм. Создан алгоритм, формирующий наилучшее (по критерию согласия) равномерное распределение на коротких выборках. Показаны способы применения алгоритма для генерации других распределений.

Ключевые слова: генератор псевдослучайных чисел, дискретная аппроксимация функции распределения, критерий согласия, гистограмма, правило выбора числа интервалов, метод обратной функции, частотный спектр, центральная предельная теорема, преобразование Бокса-Мюллера.

Генераторы псевдослучайных чисел (ГПСЧ) встроены практически во все алгоритмические языки программирования высокого уровня. Они активно используются программистами для создания псевдослучайных числовых последовательностей. Однако эти генераторы по своим заявленным характеристикам часто не соответствуют реальным результатам, полученным при их исследовании. В результате созданные псевдослучайные последовательности оказываются лишь приблизительно похожими на те, что необходимы для моделирования и последующего использования случайных процессов в различных приложениях, например, при проектировании и исследовании цифровых систем обработки информации и управления. Достоверность вероятностных исследований с помощью таких генераторов из-за неточностей характеристик ГПСЧ оказывается существенно ниже, чем если бы характеристики совпадали с заявленными.

Типичным примером, подтверждающим это тезис, является широко распространённый генератор псевдослучайных чисел, распределённых в ограниченном интервале от 0 до верхней границы. Обычно этот ГПСЧ называется `rand` [1–3]. Программисты часто используют этот генератор как генератор равномерно распределённых псевдослучайных чисел, хотя известно, что распределение чисел, вырабатываемых этим генератором,

можно считать равномерным лишь условно, с некоторой степенью приближения. Однако в тех случаях, когда программист сам моделирует псевдослучайную последовательность с распределением желаемого типа (нормального, экспоненциального, и т.п.) на основе равномерного распределения, он часто использует такой ГПСЧ вместе с известным алгоритмом, преобразующим равномерное распределение [4] в какое-нибудь иное распределение [5, 6]. В результате характеристики полученных распределений сильно расходятся с теоретически ожидаемыми.

Интересно заметить, что, даже в некоторых учебниках по языкам программирования, распределения, генерируемые такими ГПСЧ, называют равномерными. На самом деле, эти распределения не являются равномерными, а оказываются лишь ограниченными в заданных интервалах. Примером служат методы класса `Random` библиотеки классов языка программирования `Java` [2], называемые методами, генерирующими равномерно распределённые числа.

Большинство ГПСЧ вырабатывают детерминированную псевдослучайную последовательность: при одинаковых стартовых условиях получаются одинаковые последовательности чисел [7–9]. Современные детерминированные ГПСЧ имеют структуру П. Лекуера,

предложенную в 1994 году [8]: конечный набор состояний, вероятностное распределение в пространстве состояний, используемое для выбора начального состояния, функция перехода из одного состояния в другое, а также пространство выходных значений. Текущее состояние задаётся рекуррентной формулой. Числовые последовательности на выходе называют *псевдослучайные числа*. Из анализа структуры следует, что генерируемая последовательность ещё и периодическая, Период ГПСЧ есть наименьший порядковый номер генерируемого числа, после которого псевдослучайная последовательность начинает повторяться.

С позиции практического использования каждый ГПСЧ должен отвечать широко известным требованиям, а именно:

- А) Каждое новое генерируемое число создаваемой псевдослучайной последовательности не должно быть очевидным и предсказуемым.
- Б) Все числа ГПСЧ должен вырабатывать с одной и той же вероятностью, если последовательность генерируемых псевдослучайных чисел в идеале должна иметь равномерную *плотность* распределения вероятностей. Если некоторые числа генерируются чаще, чем другие, то это снижает степень их случайности и повышает уровень их предсказуемости.
- В) Последовательность псевдослучайных чисел должна быть хорошо распределена по своему диапазону. А именно: маленькие, средние и большие числа должны вырабатываться настолько случайно, насколько это возможно. ГПСЧ, который вырабатывает, к примеру, сперва все маленькие числа, а затем все большие, генерирует весьма предсказуемую последовательность.
- Г) Так как все ГПСЧ на практике являются циклическими, период этого циклического повторения чисел псевдослучайной последовательности в качестве ГПСЧ должен быть максимально большим.

Задача создания ГПСЧ, который вырабатывал бы строго равномерно распределённые числа, на сегодняшний день является весьма сложной.

Среди современных ГПСЧ широко известен генератор, именуемый *вихрь Мерсенна*. Алгоритм *вихрь Мерсенна* генерирует числовую последовательность с большим периодом ($2^{19937} - 1$), и обладает рядом достоинств в сравнении с ГПСЧ, использующими линейный конгруэнтный метод [9].

Важно отметить, что все широко известные подходы к генерации равномерно распределённых псевдослучайных чисел позволяют сформировать близкое

к равномерному распределению только при достаточно большой длине выборки. Хорошие результаты с позиции соответствия равномерному закону распределения бывают, например, у выборки длиной десять тысяч (10000) шагов и более. Однако имеется много прикладных задач обработки информации и управления, когда длина выборки составляет менее тысячи шагов (<1000) (две-три сотни, например, или немногим более). Это так называемые терминальные задачи [10, 11].

Терминальными системами управления называют динамические системы, переходящие из некоторого начального состояния в заданное конечное состояние. Время перехода из одного состояния в другое конечно (заранее известно или определяется в реальном времени из каких-либо дополнительных соображений) [10, 11]. Команды управления, как правило, формируются из текущих неполных и неточных измерений. Так как эти измерения подлежат обработке, то, в результате, рассматривают терминальные системы обработки информации и управления.

К терминальным системам обработки информации и управления могут быть отнесены автоматические системы разгона и торможения транспортных объектов, системы сближения, парковки и маневрирования движущихся объектов, и т.п. Работа подобных систем имеет чётко выраженные начало и конец, в отличие, например, от систем автоматического регулирования. Время функционирования терминальных систем часто бывает очень коротким. Так как в цифровых системах дискретное время измеряется в целых шагах, то количество шагов по времени может ограничиваться всего несколькими сотнями. Точность характеристик тех псевдослучайных процессов, которые моделируют случайные воздействия на систему и случайные помехи измерений, в этом случае может оказаться недостаточной, если используются общеизвестные встроенные ГПСЧ.

Наиболее наглядно невысокое качество общеизвестных и широко распространённых ГПСЧ в терминальных задачах можно увидеть на гистограммах генерируемых ими распределений псевдослучайных чисел. Согласно стандарту ГОСТ Р 50779.10–2000 (Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения) **гистограмма** «... есть графическое представление распределения частот для дискретной случайной величины, образуемое набором столбцов равной ширины, высоты которых пропорциональны частотам появления чисел в заданных интервалах...». Сравнение разных гистограмм реальных псевдослучайных числовых последовательностей с их идеальными аналогами позволяет сделать вывод о качестве функционирования изучаемых ГПСЧ. Это сравнение

Таблица 1. Расчёт количества интервалов у гистограмм по формулам (1) — (5)

N	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768	65536	131072
n₁	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
[N/n ₁]	9	16	28	51	93	170	315	585	1092	2048	3855	7281
n₂	8	11	16	22	32	45	64	90	128	181	256	362
[N/n ₂]	8	11	16	23	32	45	64	91	128	181	256	362
n₃	5	10	10	10	15	15	15	15	20	20	20	25
[N/n ₃]	12	12	25	51	68	136	273	546	819	1638	3276	5242
n₄	4	8	8	8	12	12	12	12	16	16	16	20
[N/n ₄]	16	16	32	64	85	170	341	682	1024	2048	4096	6553
n₅	-	5	5	5	10	10	10	10	15	15	15	20
[N/n ₅]	-	25	51	102	102	204	409	819	1092	2184	4369	6553

фактически является одним из возможных критериев согласия, используемых для качественной проверки того, что генератор работает правильно.

Критерий согласия, как известно, есть такое статистическое правило, по которому на основе имеющейся выборки некоей случайной величины принимается гипотеза о том, что эта исследуемая случайная величина подчиняется заданному закону распределения. Этот метод позволяет оценить степень различий между полученным при статистических испытаниях фактическим количеством попаданий числа в заданный интервал и их теоретически ожидаемым количеством [12, 13].

Так как построенная в результате статистических испытаний гистограмма есть лишь приближённое отражение плотности распределения, то для построения гистограмм важен выбор наилучшего разбиения: при увеличении ширины интервалов разбиения вдоль оси абсцисс снижается детализация определения плотности распределения, а при уменьшении ширины этих интервалов падает точность вычисленного значения плотности распределения.

Существуют разные правила выбора количества интервалов n :

в [9, 14, 15] применяется правило Стёрджеса

$$n_1 = 1 + [\log_2 N], \tag{1}$$

в [14, 16] рекомендуют формулу «квадратного корня»

$$n_2 = [\sqrt{N}] \tag{2}$$

в [14, 17] рекомендуется формула Брукса и Каррузера

$$n_3 = 5 \cdot [\lg N], \tag{3}$$

в [14, 18] Таушанов З., Тонева Е., Пенова Р. предлагают

$$n_4 = 4 \cdot [\lg N], \tag{4}$$

в [14, 19] Тонева Е. рассматривает формулу

$$n_5 = 5 \cdot [\lg N] - 5, \tag{5}$$

где — N общее число наблюдений величины, а $[x]$ — целая часть числа x .

Таблица 1 построена по формулам (1)-(5). В ней показано, на какое число интервалов n_i следует делить гистограмму, и сколько (в среднем) попаданий $[N/n_i]$ псевдослучайных чисел в каждый интервал, где i — номер формулы. Здесь число N задаётся как натуральная степень числа два последовательно от 2^6 до 2^{17} :

Общей для всех правил является тенденция увеличения среднего количества попаданий в интервал $[N/n_i]$ с ростом размера выборки. Видно, что формулы (4) и (5) плохо подходят для самых коротких выборок. Правило «квадратного корня» всегда предлагает самое большое количество интервалов и, по этой причине, лучше подходит для самых коротких выборок ($N=100$ или $N=225$), а при большом числе N не очень удобно. При увеличении N до 500 или до 1000 удобно использовать правило Стёрджеса или формулу Брукса и Каррузера. Для N свыше 1000 и до 10000 уже подходят формулы (4) и (5). Ближе к 100000 все формулы, кроме «квадратного корня» дают очень близкие результаты.

Общеизвестно и очевидно: увеличение количества испытаний N оказывает сглаживающее влияние на характер гистограммы. В этом случае уже не столь важно, какое было применено правило выбора количества интервалов. Поэтому в научной литературе часто приводят примеры гистограмм без указания того, какое правило выбора количества интервалов использовалось. Однако в терминальных задачах длина выборки невелика и правило выбора числа интервалов весьма важно.

Таблица 2. Предлагаемое количество интервалов у гистограмм

N	40 - 100	100 - 500	500 - 1000	1000 - 10000
n	7 - 9	8 - 12	10 - 16	12 - 22



Рис. 1. N=16384, ГПСЧ rand — правило Стёрджеса

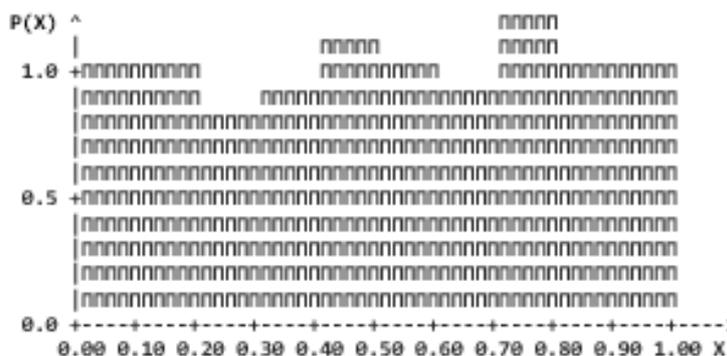


Рис. 2. N=1024, ГПСЧ mersenne — правило Стёрджеса

Поскольку нет однозначного критерия для выбора количества интервалов у гистограммы, вычисленная величина n на практике должна быть принята лишь как приближительная, неточная, оценочная. Крайние значения, представленные первой таблицей, демонстрируют возможный разброс характеристик гистограмм у одной и той же выборки. Ведь точно определить можно только порядки размеров таких интервалов. Так, в [14] представлены иные соотношения для определения числа n :

Детальный анализ выборок требует строить гистограммы по тем правилам, результаты применения которых более наглядны, учитывая их приближённость. Чаще это правило Стёрджеса (1) и правило «квадратного корня» (2).

Общеизвестные ГПСЧ, использующие линейный конгруэнтный метод, ниже будут называться *rand*, а ГПСЧ «вихрь Мерсенна», соответственно, *mersenne*.

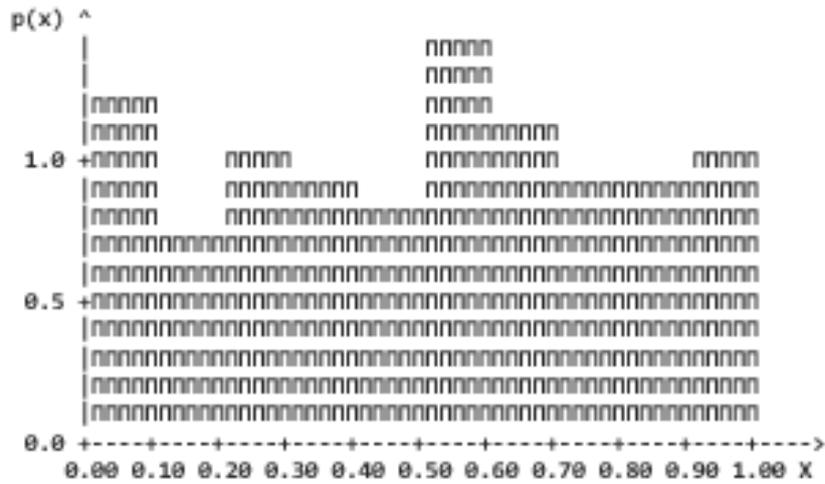


Рис. 3. N=512, ГПСЧ rand — правило Стёрджеса

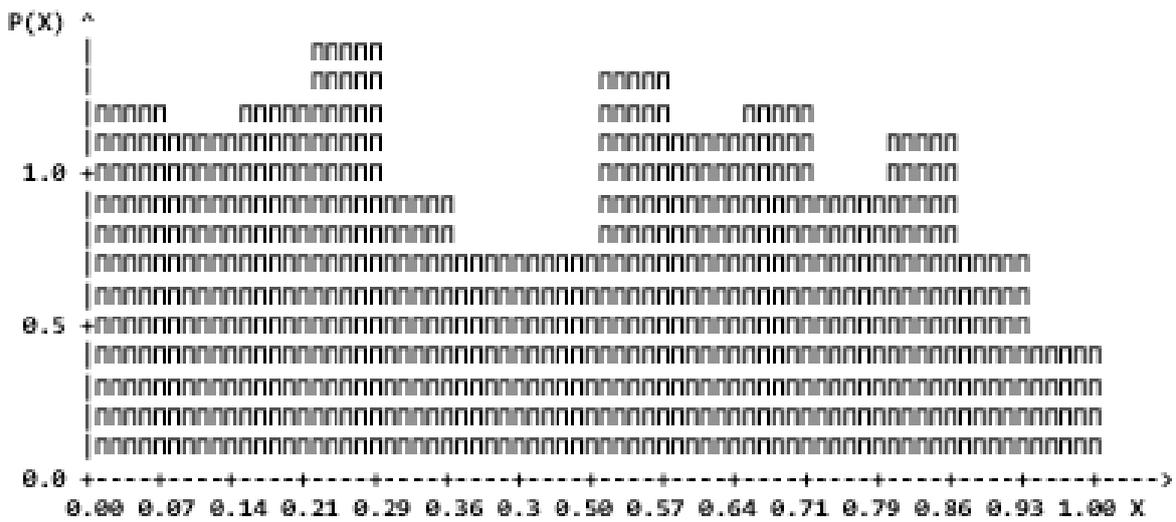


Рис. 4. N=225, ГПСЧ rand. Разбиение на \sqrt{N}

Гистограммы, построенные по реализациям последовательностей чисел, выработанным генераторами rand и mersenne, демонстрируют хорошее качество генерации равномерно распределенных чисел при N более 1000. Гистограмма на Рис. 1 демонстрирует равномерное распределение высокого качества при N=16384 (2^{14}). Однако, при уменьшении числа N до 1000 и ниже, гистограммы существенно меняются. Распределения постепенно перестают быть похожими на равномерные и, фактически, становятся хоть и ограниченными, но совсем не равномерными. Последовательное изменение характера распределений можно увидеть на Рис. 1–6, переходя от 1-го к 6-му. Если $N > 500$, приме-

няется правило Стёрджеса. Если же N мало, то используется правило «квадратного корня», обозначаемое \sqrt{N} .

Гистограммы на Рис. 1–6 однозначно демонстрируют, что тип ГПСЧ, rand или mersenne, не влияет на качество распределений при малых выборках.

Из этих равномерных распределений создают гауссовские на основе ЦПТ и преобразования Бокса-Мюллера [4, 6]. Для ЦПТ берут 12 ГПСЧ rand или mersenne. Результирующее число есть сумма чисел, вырабатываемых каждым из 12-и ГПСЧ.

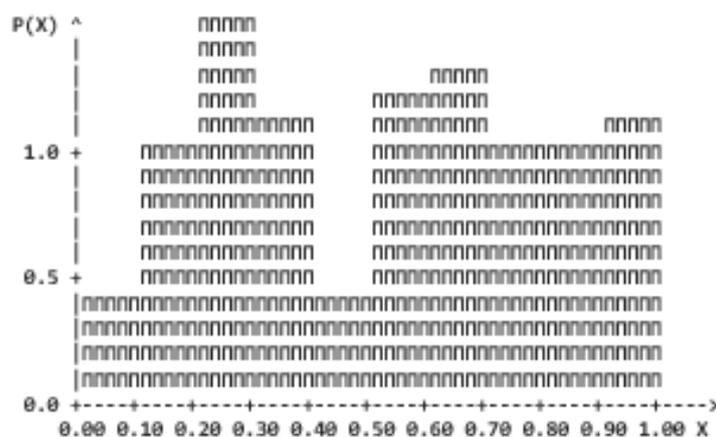


Рис. 5. N=100, ГПСЧ rand. Разбиение на \sqrt{N}

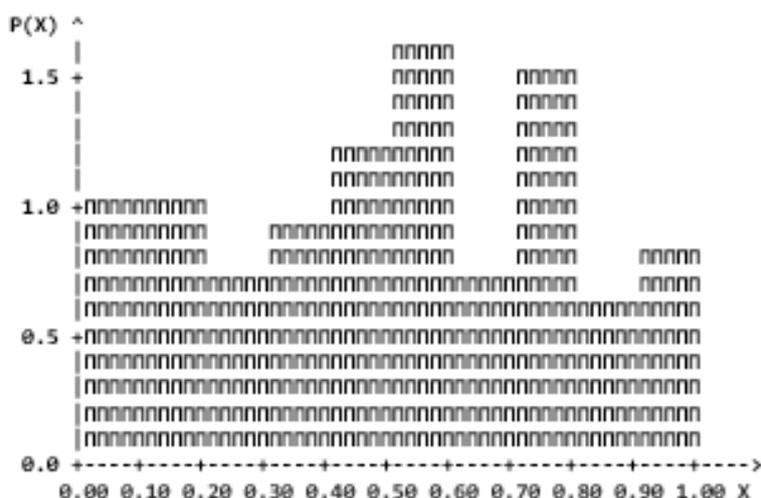


Рис. 6. N=100, ГПСЧ mersenne. Разбиение на \sqrt{N} .

Преобразование Бокса-Мюллера (ПБМ) использует два ГПСЧ типа rand или mersenne, создающие равномерно распределённые числа φ и R в интервале $[0; 1)$. Результирующее число x вычисляют по формулам: $x = \sin(2\pi\varphi)\sqrt{-2 \ln R}$ (синусное ПБМ) и $x = \cos(2\pi\varphi)\sqrt{-2 \ln R}$ (косинусное ПБМ).

Переходя от Рис. 7–9 к Рис. 10–12 можно видеть, как ухудшается качество гистограмм нормального распределения с уменьшением количества чисел N .

Приведённые на Рис. 13 и на Рис. 14 гистограммы экспоненциального распределения, полученные из равномерного распределения методом обратной функции [5], также качественно ухудшаются с уменьшением количества чисел N .

Качественный анализ гистограмм может сопровождаться количественным с помощью критерия согласия. В качестве критерия согласия может быть использован критерий χ^2 (критерий Пирсона). Формула критерия согласия χ^2 Пирсона является взвешенной суммой квадратов отклонений реальных частот

$\frac{m_i}{m}$ от их предполагаемых значений p_i [14]:

$$\chi^2 = m \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\left(\frac{m_i}{m} - p_i\right)^2}{p_i}, \text{ где } m = [N/n].$$

Чем меньше χ^2 , тем точнее выборка согласуется с предполагаемой.

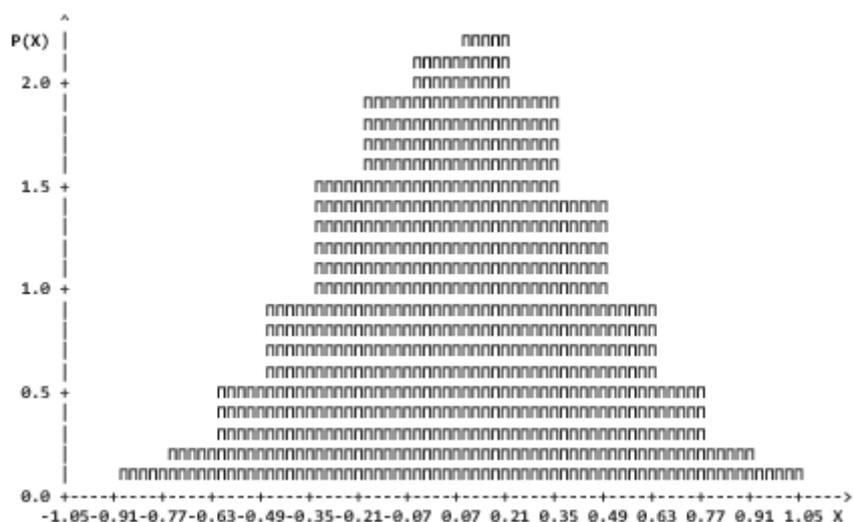


Рис. 7. $N=16384$. ЦПТ. Правило Стёрджеса

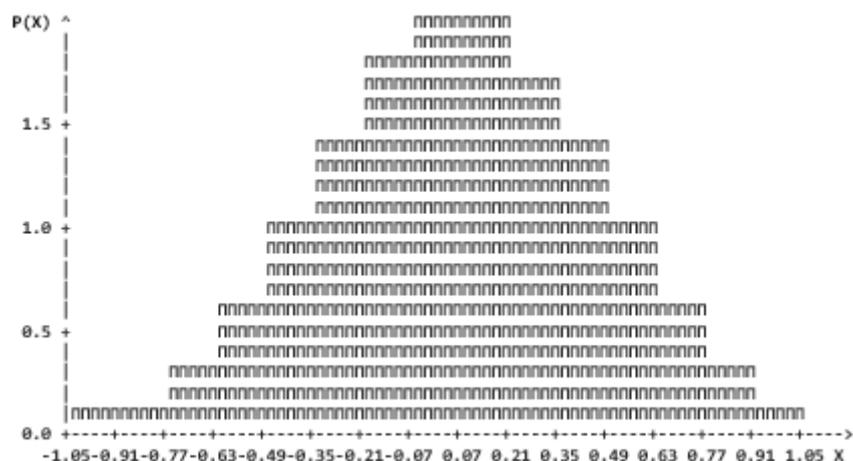


Рис. 8. $N=16384$. Синусное ПБМ. Правило Стёрджеса

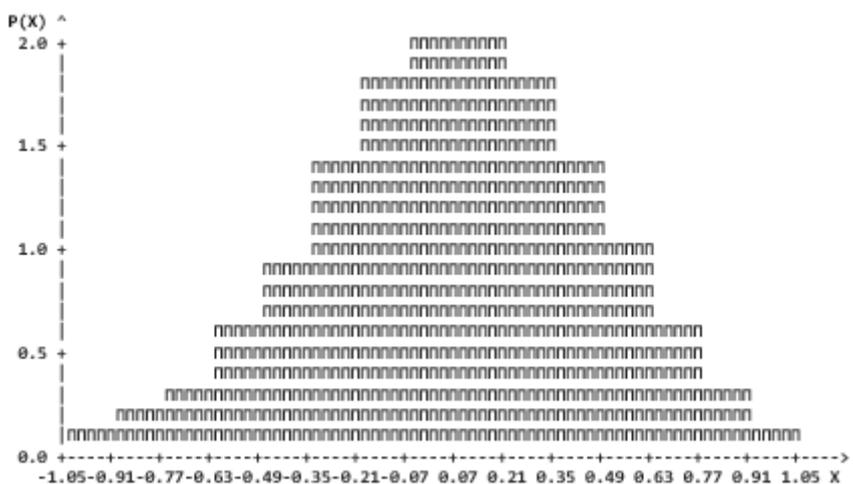


Рис. 9. $N=16384$. Косинусное ПБМ. Правило Стёрджеса

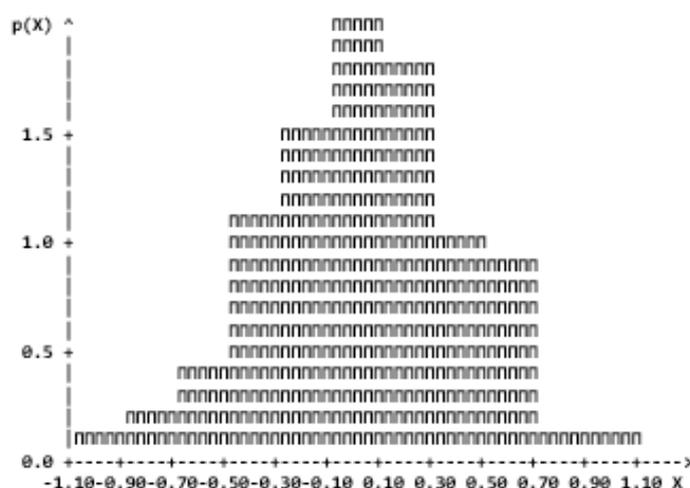


Рис. 10. N=100. ГПСЧ rand. ЦПТ. Разбиение на \sqrt{N} .

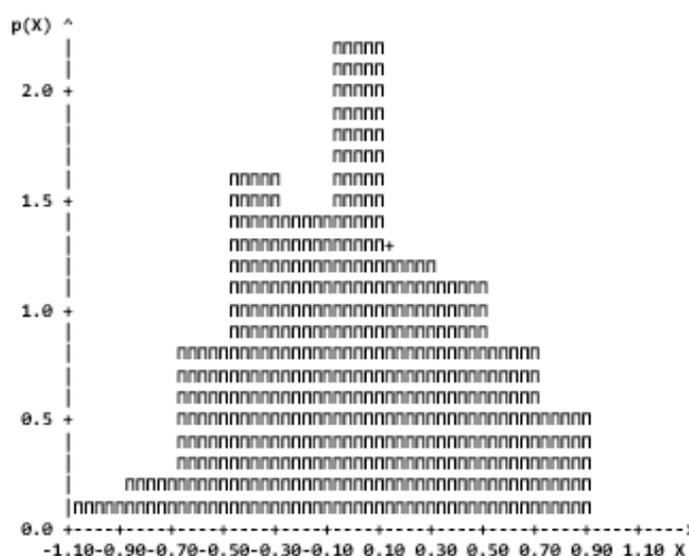


Рис. 11. N=100. ГПСЧ rand. Синусное ПБМ. Разбиение на \sqrt{N} .

Для улучшения совсем не идеальных (на коротких выборках) характеристик генераторов типа rand или mersenne предлагается следующий подход.

I) Непрерывная функция распределения $F(x)$ случайного числа x , заданная на непрерывном аргументе x , заменяется на дискретную функцию $M(k)$, заданную на целочисленном аргументе k . Функция $M(k)$ аппроксимирует функцию $F(x)$: все значения чисел $M(k)$ для каждого k совпадают со значениями функции $F(x)$ в каждой точке $k \cdot \Delta x$, где Δx — интервал дискретизации непрерывной области определения функции $F(x)$, а k — целое число с заданным конечным диапазоном.

II) Конечное дискретное множество значений $M(k)$ сохраняется в программе в виде массива, списка или какой-либо иной структуры.

После этого стартует следующий алгоритм:

1. На вход алгоритма поступает псевдослучайное число, вырабатываемое каким-либо встроенным ГПСЧ.
2. Поступившее на вход алгоритма псевдослучайное число последовательно сравнивается со всеми числами из $M(k)$, пока не будет найдено ближайшее к поступившему число из $M(k)$.
3. После этого найденное число из $M(k)$ поступает на выход алгоритма.

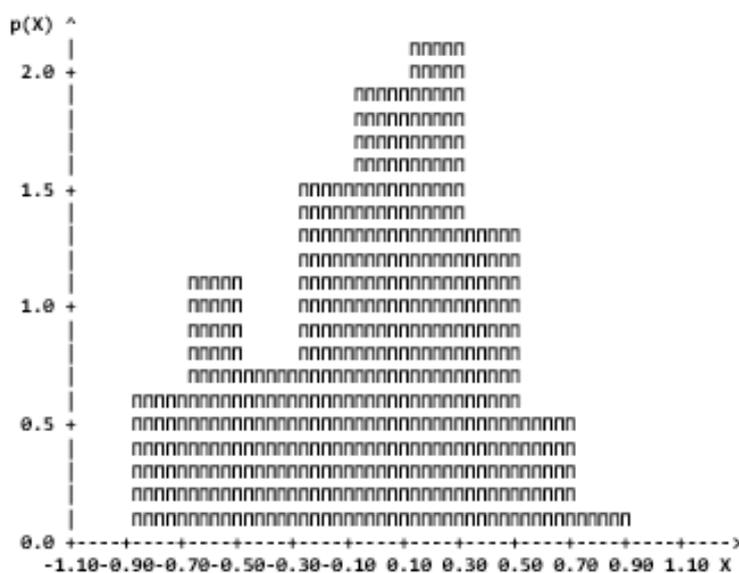


Рис. 12. N=100. ГПСЧ rand. Косинусное ПБМ. Разбиение на \sqrt{N}

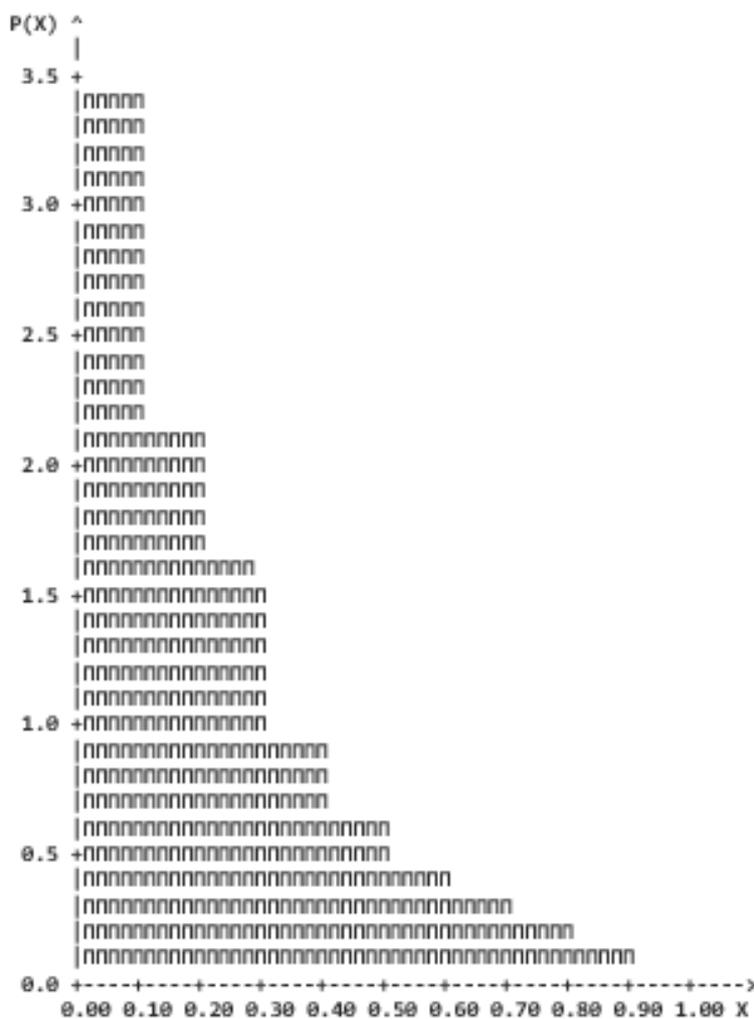


Рис. 13. N=1000 rand. Экспоненциальное распределение. Правило Стёрджеса

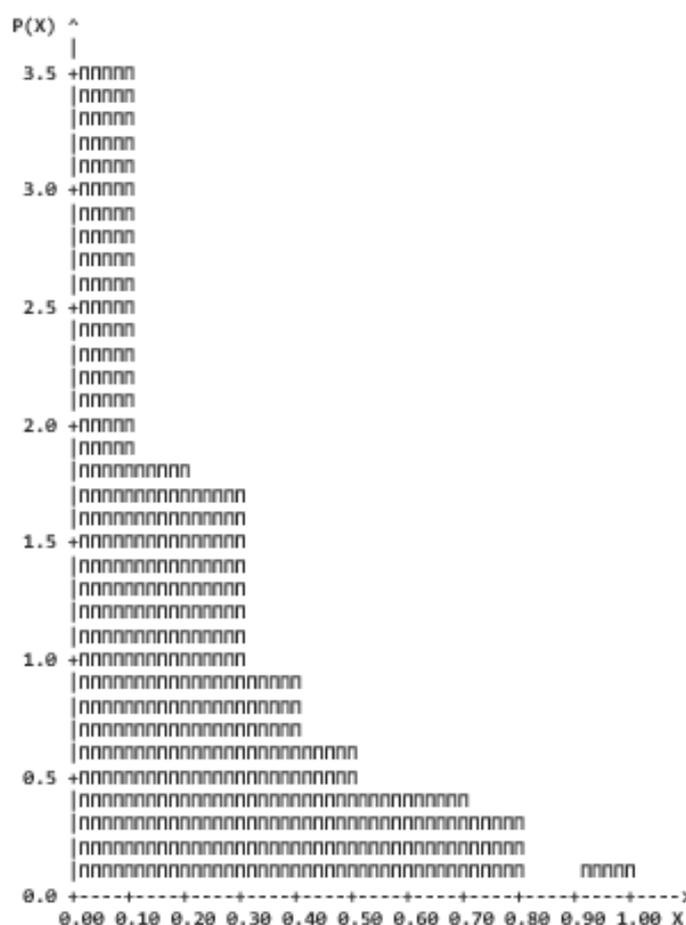


Рис. 14. $N=100$ rand. Разбиение на \sqrt{N} . Экспоненциальное распределение.

4. Из дискретной функции $M(k)$ это найденное число удаляется.
5. Если множество $M(k)$ после удаления элемента не стало пустым, то выполняется переход к шагу (1).
6. Иначе, если множество $M(k)$ стало пустым, то выполняется завершение этого алгоритма.

Представленный подход требует детальных комментариев.

В (I) непрерывная функция распределения $F(x)$ с непрерывным аргументом x соответствует базовым положениям теории вероятностей, но, фактически, в цифровом компьютере как сама функция распределения $F(x)$, так и её аргумент x , заданы с конечной точностью. Как область определения, так и множество значений функции распределения фактически дискретны и ограничены. Таким образом, дискретная функция $M(k)$ аппроксимирует, на самом деле, дискретную же функцию $F(x)$. Только мощность множества, на котором определяются аргумент k , на порядки меньше мощности множества, на котором определяются аргумент x .

Псевдослучайное число, поступающее на вход алгоритма на шаге (1), создаётся встроенными ГПСЧ типа rand, mersenne и т.п.

Каждое поступившее на вход псевдослучайное число «выбивает» из дискретного множества $M(k)$ ближайшее к нему число. Множество $M(k)$ последовательно уменьшается с каждым новым поступившим на вход алгоритма, псевдослучайным числом. Ни одно число на выходе не повторяется дважды, и ни одно число из $M(k)$ не бывает пропущено, что приводит к строго предсказуемому результату: в момент окончания работы алгоритма все числа на выходе строго соответствуют заданной в $M(k)$ функции распределения. Эта гистограмма распределения, построенная на основе всех чисел, полученных на выходе алгоритма, будет точно соответствовать гистограмме требуемого распределения при любом заданном правиле выбора количества интервалов.

Дискретная функция $M(k)$ фактически есть маска, накладываемая на входную псевдослучайную последова-



Рис. 15. N=100. Улучшенный ГПСЧ. Разбиение на \sqrt{N}

тельность с целью получить заданное распределение. Входная последовательность, считающаяся «равномерной», формируется традиционно, как во всех известных ГПСЧ, когда множество значений числа на каждом шаге по времени неизменно и каждое новое псевдослучайное число вырабатывается с одной и той же вероятностью, как в требовании (Б). Этот принцип формирования числовой последовательности можно сравнить с выпадением чисел в игре «Рулетка», когда каждое новое выпадающее число никак не связано с предыдущим, а множество значений чисел постоянно на каждом шаге. Предложенный же автором подход можно сравнить с игрой «Лото», когда после каждого нового выпавшего числа множество оставшихся значений сокращается, а все оставшиеся числа на следующем шаге остаются равновероятными. При игре в «Лото» каждое число за один цикл встречается ровно один раз, хотя порядок выпадения чисел случаен. Предложенный приём позволяет создавать последовательность чисел, реализующую любую желаемую функцию случайного распределения.

Важно рассмотреть одно возможное нарушение содержания пункта (А) требований к ГПСЧ о том, что «...каждое новое генерируемое число псевдослучайной последовательности не должно быть очевидным и предсказуемым...». Действительно, на последнем шаге работы алгоритма возвращается последнее оставшееся число из множества $M(k)$. После предпоследнего шага работы алгоритма можно однозначно

сказать, какое число будет последним, так как каждое число встречается ровно один раз. Но эта определённость наступает только на предпоследнем шаге. Исключив, для достижения «теоретической строгости», последний шаг из работы алгоритма, нельзя обнаружить заметного изменения гистограммы распределения.

Также нуждается в комментариях другое возможное нарушение пункта (Б) требований к ГПСЧ «...все числа должны *вырабатываться* с одной и той же вероятностью...», так как вероятность каждого нового числа возрастает в сравнении с вероятностью каждого предыдущего числа последовательности из-за пошагового сокращения множества $M(k)$. Но важно заметить, что эта возрастающая вероятность не привязана к каждому конкретному числу, а на каждом новом шаге все оставшиеся числа равновероятны. Строго говоря, при терминальной постановке задачи вероятность появления каждого нового числа возрастает и при работе ГПСЧ по принципу игры «Рулетка».

Удаление найденного числа из дискретной функции $M(k)$, указанное в пункте (4), может быть осуществлено разными способами. Это может быть реальное удаление с перенумерованием массива $M(k)$ и сокращением размера $M(k)$. Либо удаляемое число заменяется на какое-нибудь запрещённое значение, пропускаемое при поиске. Размер $M(k)$ не уменьшится, но упростится работа алгоритма.

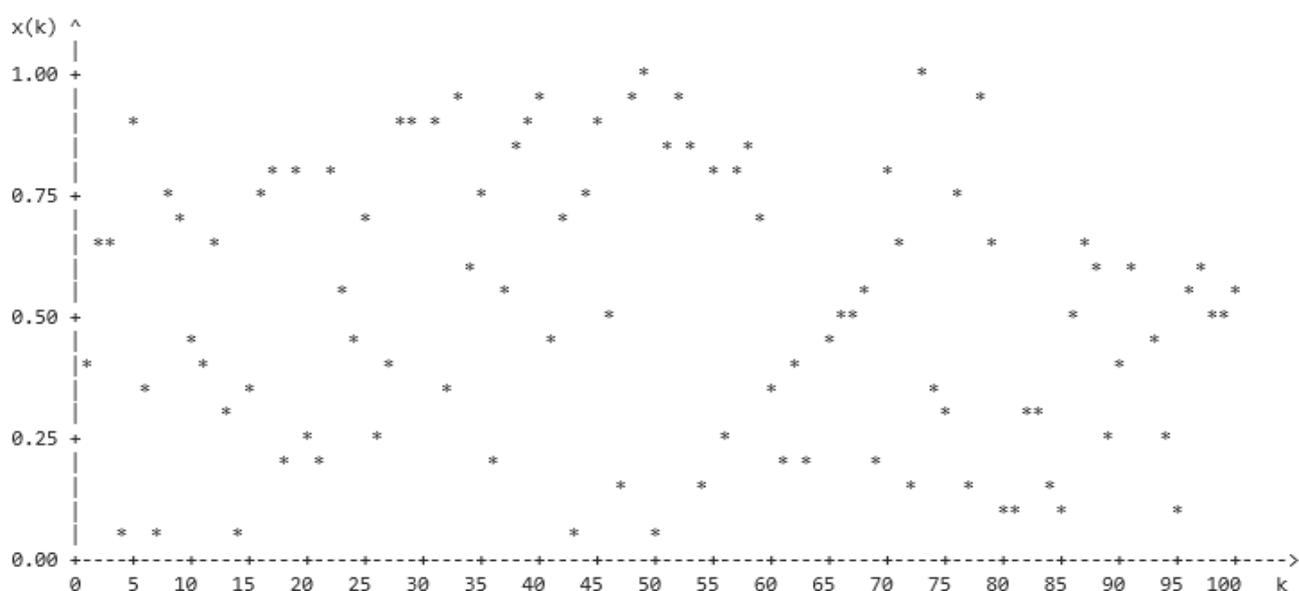


Рис. 16. N=100. Псевдослучайная последовательность улучшенного ГПСЧ.

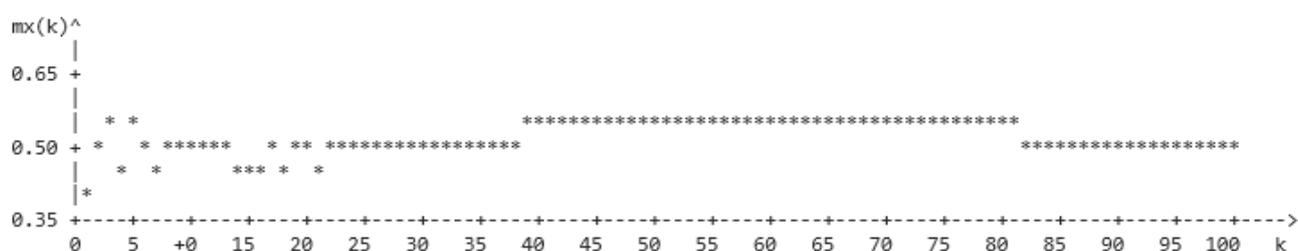


Рис. 17. N=100. Псевдослучайная последовательность улучшенного ГПСЧ.

Вместо проверки в (5) и (6) того, что множество $M(k)$ не стало пустым, можно провести проверку того, что достигнут последний элемент массива, то есть, что счётчик по k достиг максимальной заданной величины.

Строго говоря, не важно, какая именно псевдослучайная последовательность поступает на вход алгоритма (1)-(6). Важно лишь, чтобы она не была монотонной. Тогда и формируемая алгоритмом числовая последовательность будет иметь «случайный» характер. Но необходимо следить, чтобы выполнялся пункт (В) требований к ГПСЧ, то есть чтобы псевдослучайная последовательность чисел на выходе алгоритма была бы хорошо распределена по своему диапазону. Для проверки этого полезно изучить характер графика сгенерированного псевдослучайного процесса. Если на последних шагах график остаётся «случайным», то условие (В) выполнено. Если же на последних шагах график становится монотонным, то следует каким-либо

образом скорректировать входную «случайную» последовательность, чтобы выполнить условие (В).

Например, можно вычислять на каждом шаге текущее математическое ожидание псевдослучайной числа на выходе алгоритма и корректировать с его учётом очередное входное значение, предупреждая возможное стремление псевдослучайной последовательности в сторону монотонного изменения, например, монотонного движения к одной из границ интервала распределения.

Пункт (Г) требований к ГПСЧ (о цикличности) в данном случае не имеет существенного значения, так как для терминальных задач достаточно, чтобы период ГПСЧ не был меньше всего времени функционирования терминальной системы. Если период ГПСЧ превышает длину выборки, то цикличность не успеет проявиться и не повлияет на результат работы алгоритма.

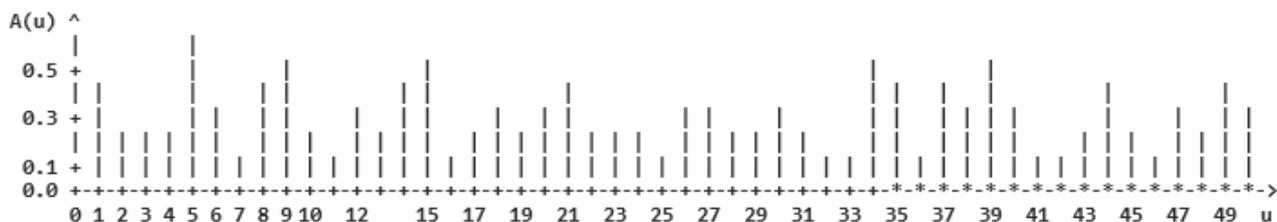


Рис. 18. N=100. Частотный спектр последовательности улучшенного ГПСЧ.

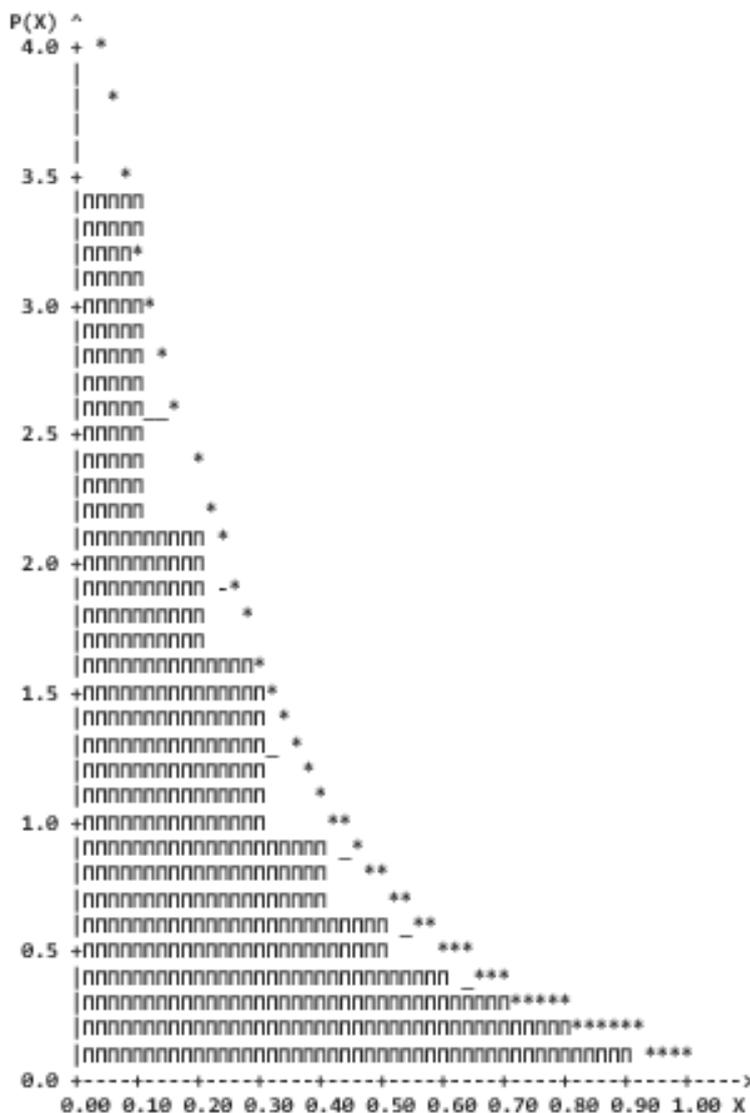


Рис. 19. N=100. ГПСЧ улучшен. Экспоненциальное распределение. Правило \sqrt{N} .

Время работы моделируемой терминальной системы (количество шагов по времени) должно совпадать с максимальным количеством шагов работы предлагаемого алгоритма. Это наилучшее условие, реализующее этот подход. Если же время работы терминальной си-

стемы дано приближённо, возможно сделать так, чтобы время работы системы было больше, чем время работы алгоритма. Так как алгоритм может перезапускаться и продолжать успешное функционирование, неточно заданное время работы терминальной системы нужно

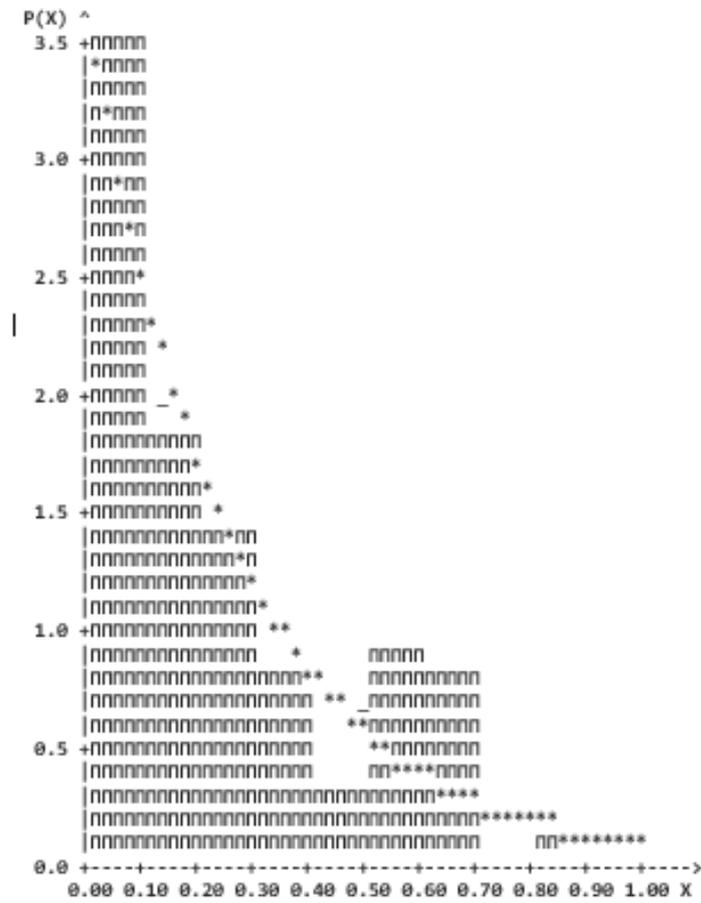


Рис. 20. N=100. ГПСЧ rand. Экспоненциальное распределение. Разбиение на \sqrt{N}

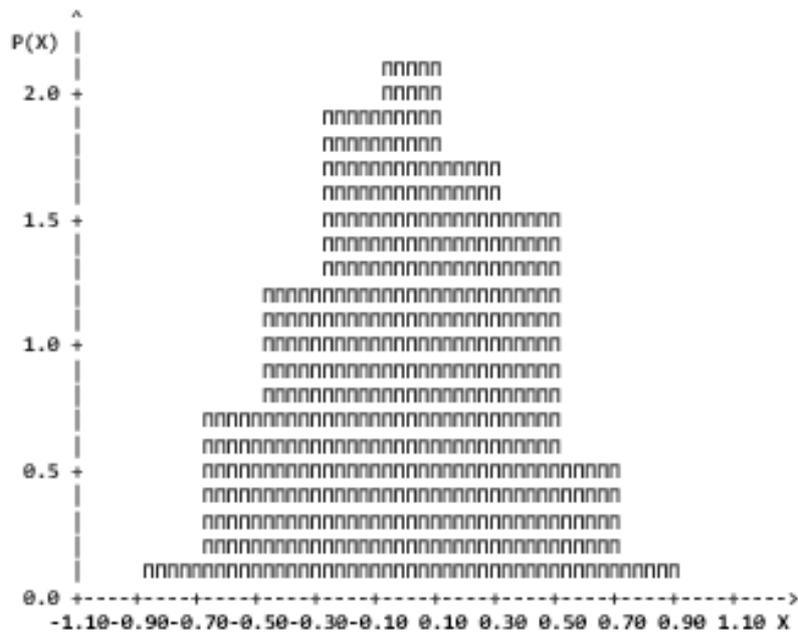


Рис. 21. N=100. Улучшенный ГПСЧ. ЦПТ. Разбиение на \sqrt{N}

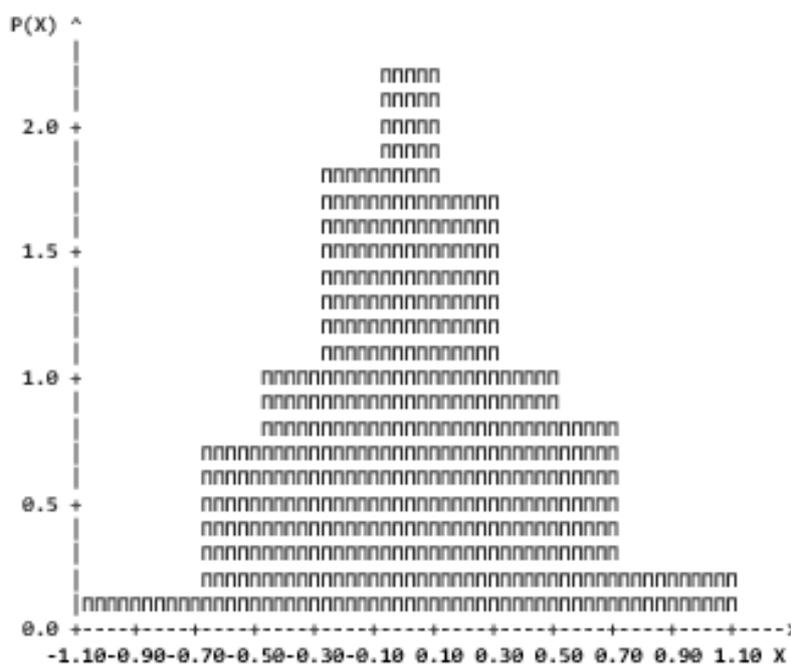


Рис. 22. $N=100$. Улучшенный ГПСЧ. Синусное ПБМ. Разбиение на \sqrt{N}

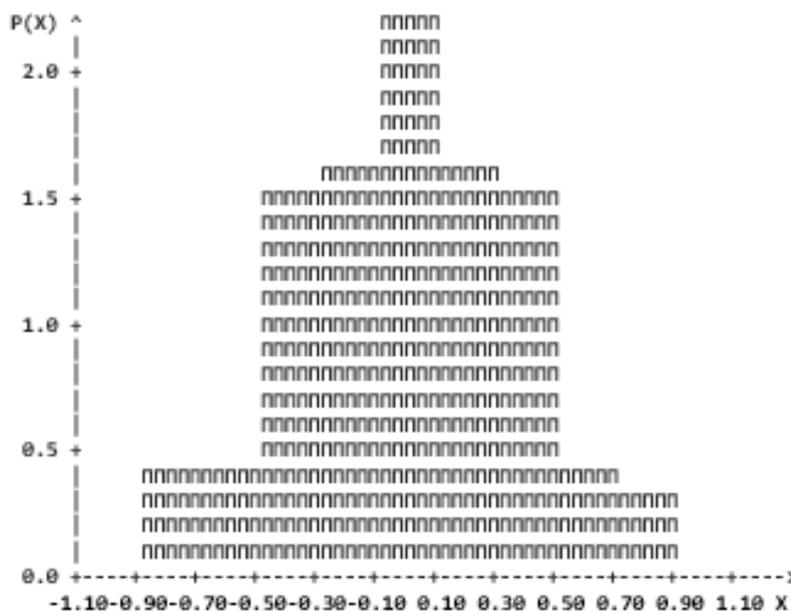


Рис. 23. $N=100$. Улучшенный ГПСЧ. Косинусное ПБМ. Разбиение на \sqrt{N}

подобрать так, чтобы оно в несколько раз превышало время работы алгоритма, пусть даже приближённо. Если время работы системы кратно одному циклу алгоритма, то характеристики ГПСЧ не изменятся. Однако и в случае, когда строгой кратности добиться не удаётся, характеристики ГПСЧ не будут существенно ис-

кажаться, ведь основной вклад в гистограмму внесут несколько целых интервалов (в крайнем случае один целый интервал).

Гистограмма на Рис. 15 отражает точность подхода (см. Рис. 1 и Рис. 5–6).

На Рис. 16 показан график псевдослучайной последовательности, которая создана улучшенным ГПСЧ и соответствует гистограмме на Рис. 15. Видно, что график $x(k)$ имеет случайный характер несмотря на идеально ровную гистограмму этой последовательности. Внешний вид графика на Рис. 16 никак не указывает на то, что каждое число $x(k)$ в исследуемой выборке встречается ровно один раз. Замечательно также то, что идеальный характер гистограммы на Рис. 15 никак не изменится при использовании любого из пяти выше-названных правил разбиения.

Исследование характеристик улучшенного ГПСЧ с идеальным равномерным распределением показывает, что можно добиться качественного улучшения распределений на коротких выборках, если эти распределения будут созданы из равномерных выше-названным методом обратной функции [5]. На Рис. 17 график текущего математического ожидания последовательности с Рис. 16, возможность использования которого описана выше в комментариях к предложенному подходу.

Для более полного представления о псевдослучайной последовательности

следует выполнить её частотный анализ. Формула амплитудного спектра $A(u)$:

$$A(u) = \sqrt{\operatorname{Re}(F(u))^2 + \operatorname{Im}(F(u))^2},$$

где

$$\operatorname{Re}(F(u)) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \cos\left(\frac{2\pi ku}{N}\right),$$

$$\operatorname{Im}(F(u)) = -\frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \sin\left(\frac{2\pi ku}{N}\right),$$

u — частота от 0 до $N-1$, $x(k)$ — числовая последовательность, а k — шаг по времени.

На Рис. 18 показан амплитудный спектр улучшенной последовательности, график которой приведён на Рис. 16. Качественный анализ спектра позволяет сделать вывод, что, хотя этот спектр и не является спектром дискретного белого шума, таким спектром обладают большинство равномерных ГПСЧ. В спектре на Рис. 18 нет преимущественных участков. Он не является ни красным, ни синим, ни зелёным, ни серым, ни каким-либо иным типовым цветным спектром.

Улучшенный генератор позволяет повысить качество создаваемых на его основе распределений. Гистограмма на Рис. 19 демонстрирует высокое качество распределения, полученного вычислением экспонен-

циально распределённого числа y из равномерно распределённого числа x по формуле

$$y = -\frac{\ln|1-x|}{\lambda}.$$

Поверх гистограммы построен график функции плотности распределения $p(x) = \lambda e^{-\lambda x}$.

Если сравнить Рис. 19 с Рис. 20, где представлена гистограмма такого же распределения, созданного тем же методом обратного преобразования, но из чисел, генерируемых ГПСЧ `rand` или `mersenne`, показанных на Рис. 5 и Рис. 6, то можно видеть, что на малой выборке эта гистограмма не отражает экспоненциальное распределение (не удовлетворяет критерию согласия).

Гистограмма нормального (гауссовского) распределения, созданного при использовании ЦПТ теории вероятностей [4] на основе улучшенного ГПСЧ (с идеальным равномерным распределением) показана на Рис. 21. В сравнении с гистограммой на Рис. 10 качество несколько лучше. Также существенно лучше, чем гистограммы на Рис. 11 и Рис. 12 (созданные на основе ГПСЧ `rand` и `mersenne`) гистограммы на Рис. 22 и Рис. 23, полученные на основе улучшенных ГПСЧ с помощью ПБМ. Во всех таких случаях применение улучшенных ГПСЧ приводит к повышению качества гистограмм, приближающемуся к идеальному. Гораздо лучший результат (почти идеальный) даёт использование вместе с улучшенным ГПСЧ метода обратного преобразования [5]. Гистограммы же, отражающие результаты использования ПБМ и ЦПТ вместе с улучшенным ГПСЧ, хоть и становятся несколько лучше, но остаются далёкими от идеала. Объяснить это можно тем, что метод обратного преобразования [5] использует только один псевдослучайный процесс, плотность распределения которого преобразуется из равномерной согласно заданной функции распределения. При применении же ЦПТ и ПБМ используются несколько псевдослучайных последовательностей в одной формуле. Дискретная аппроксимация непрерывной функции, указанная в (1), ухудшает результат применения ПБМ и ЦПТ, рассчитанных на взаимодействие двух и более случайных величин с непрерывными распределениями.

Недостаточно высокое качество полученных гауссовских распределений, генерируемых на основе улучшенных ГПСЧ (в сравнении с высоким качеством полученных гистограмм равномерного и экспоненциального распределений) не является фатальным, так как предлагаемый подход допускает создание любого желаемого распределения на основе ГПСЧ типа `rand` и `mersenne` путём наложения маски $M(k)$

(дискретной функции распределения), как было сказано выше в (I).

В итоге следует сказать, что представленный алгоритм (1) — (6) в рамках предлагаемого подхода (I) — (II) не является новым генератором псевдослучайных чисел. Это подход, улучшающий характеристики известных ГПСЧ в конкретных задачах. Его нельзя применять, например, для защиты информации в алгоритмах шифрования. Но предложенный подход весьма эффективен для очень точного моделирования коротких выборок случайных возмущений динамических систем и случайных помех измерений в терминальных задачах.

Ограничением подхода является требование дополнительной памяти для хранения значений дискретной аппроксимирующей функции $M(k)$. Но, при малых выборках, это требования сколько-нибудь существенного влияния не оказывает.

Конструктивной является общая идея формирования и улучшения ГПСЧ не с общетеоретических позиций, а с точки зрения специфики конкретной задачи. Развивая эту идею, можно генерировать псевдослучайные числа с идеальным частотным спектром, аналогично числам с идеальной плотностью распределения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования С. — М.: Вильямс, 2015, 304 с.
2. Гослинг Дж., Арнольд К. Язык программирования Java. — СПб.: Питер, 1997, 304 с.
3. Павловская Т.А. С#. Программирование на языке высокого уровня. Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2007, 432 с.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и её инженерные приложения.
5. 3-е изд. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 464 с.
6. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. 3-е изд., перераб. и доп. — Издательство
7. БХВ-Петербург, 2011. — 768 с.
8. Новиков П.В. Системы цифровой обработки сигналов: Учеб. пособие к лабораторным работам / Под ред. профессора, д-р. техн. наук О.М. Брехова. — М.: Изд-во МАИ, 2019. — 75 с.
9. Корн Т., Корн Г. Справочник по математике. — М.: Наука, 1973. — 831 с.
10. L'Ecuyer P. Random Number Generation // Springer Handbooks of Computational Statistics: 2007. — С. 93–137.
11. M. Matsumoto, T. Nishimura. Mersenne twister: A 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator// ACM Trans. on Modeling and Computer Simulations: journal. 1998. — Vol. 8, no. 1. — P. 3–30.
12. Фельдбаум А.А. О распределении корней характеристического уравнения системы регулирования. // Автоматика и Телемеханика, 1948, № 4, С. 253–279.
13. Lee E.B., Markus L. Foundations of Optimal Control Theory. New York, London: John Wiley & Sons, 1967, 631 с.
14. Рекомендации по стандартизации. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. — М.: Издательство стандартов, 2006. — 87 с.
15. Кендалл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. — М.: Наука, 1973.
16. Лемешко Б.Ю., Чимитова Е.В. О выборе числа интервалов в критериях согласия типа χ^2 //Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. Т. 69, вып. 1. — С. 61–67.
17. Sturges H.A. The choice of classic intervals // J. Am. Statist. Assoc. — march 1926. — 47 p.
18. Heinhold I., Gaede K.W. Ingenieur statistic. — München; Wien, Springer Verlag, 1964/ — 352 s.
19. Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. — М.: Мир, 1970. — 368 с.
20. Таушанов З., Тонева Е., Пенова Р. Вычисление энтропийного коэффициента при малых выборках//Изобретательство, стандартизация и качество, 1973. № 5.
21. Тонева Е. Аппроксимация распределений погрешности средств измерений // Измерительная техника, 1981. № 6. — С. 15–16.

© Новиков Павел Владимирович (novikov.mai@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ NFC МЕТОК НА ПРИОРИТЕТ ЧТЕНИЯ

Саркисова Ирина Олеговна

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Московский
государственный технологический университет
«СТАНКИН», г. Москва
sio-job@yandex.ru

Лаверычев Максим Александрович

Преподаватель, ФГБОУ ВО «Московский
государственный технологический университет
«СТАНКИН», г. Москва
maxim.lawerichev@yandex.ru

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE LOCATION OF NFC TAGS ON THE OCCURRENCE OF COLLISIONS

**I. Sarkisova
M. Laverychev**

Summary. The article deals with the issue of the influence of the mutual location of NFC tags on the occurrence of collisions. In the modern educational process, it is necessary to introduce information technologies not only to provide distance learning, but also to improve the efficiency of working with training modules, real equipment, test benches. This can be achieved using NFC tags, however, when placing tags on equipment, a situation may arise where one label is projected onto another, which affects the processes of information exchange. The paper presents the results of a number of experiments determining the relative probability of reading each label, depending on its location relative to the reader. The ambiguity of the influence of the relative location of NFC tags is shown. Based on the experiments carried out, a method for eliminating false readings in conditions of close location of labels is proposed.

Keywords: NFC tags, collisions, training systems.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос влияния взаимного расположения NFC меток на приоритет чтения. В современном образовательном процессе необходимо внедрять информационные технологии не только для обеспечения дистанционного обучения, но и для повышения эффективности работы с учебными модулями, реальным оборудованием, тестовыми стендами. Этого можно добиться, используя NFC метки, однако при размещении меток на оборудовании может возникнуть ситуация наложения, в проекции, меток одной на другую, что влияет на процессы обмена информацией. В работе приводятся результаты ряда экспериментов, определяющих относительную вероятность считывания каждой метки в зависимости от ее расположения относительно считывателя. Показывается неоднозначность влияния относительного расположения NFC меток. На основе проведенных экспериментов предложен способ исключения ложных считываний в условиях близкого расположения меток.

Ключевые слова: NFC метки, коллизии, обучающие системы.

Введение

Современные образовательные технологии постоянно развиваются. Активное использование информационно-коммуникационных технологий позволяет провести цифровизацию рутинных процессов, расширить образовательные программы, масштабировать учебный процесс, повышая тем самым качество образования в целом.

В рамках концепции Индустрии 4.0 существует ряд перспективных технологий, которые могут быть применены в образовательных целях [1]. В том числе и для организации процесса дистанционного или смешенного обучения при подготовке и переподготовке специ-

алистов, особенно в случае, когда их работа связана с реальными физическими объектами [2]. Так, для более эффективного обучения при работе с физическими объектами можно использовать NFC метки. Применение NFC меток, внедренных в модели и реальные физические модули, может оказаться эффективным при ускоренной подготовке специалистов в рамках реализации федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [3].

В процессе проработки методики применения NFC меток в образовательном процессе возникла потребность выяснить, какая из меток, находящихся на оси считывателя, будет считана первой — ближняя или

дальняя от считывателя. В стандартах по технологиям NFC и RFID ответов на данный вопрос найдено не было [4, 5, 6].

С целью анализа влияния расположения NFC меток на приоритет чтения был разработан и проведен ряд экспериментов.

Подготовка к эксперименту

Технология NFC базируется на принципе электромагнитной индукции. У NFC устройств есть два режима взаимодействия. Если инициатор излучает радиочастотные волны, а цель за счёт инициатора получает питание, то такой режим взаимодействия называют пассивным. При активном режиме у инициатора и цели свои собственные источники питания, и они независимы друг от друга. Данные режимы совпадают с режимами RFID.

На физическом уровне NFC работает по алгоритму, описанному в ГОСТ для RFID (ГОСТ Р ИСО/МЭК 14443–2–2014), где говорится о маломощных радиосигналах частотой 13,56 МГц [7].

Функционирование NFC-системы происходит в режиме мультидоступа. В таком случае возможна одновременная передача данных сразу от нескольких меток, что приводит к одновременному появлению модулированных сигналов на входе считывателя и как следствие — коллизии. Коллизии удается избежать благодаря встроенному анти-коллизийному алгоритму.

Алгоритмов анти-коллизий существует несколько, каждый имеет свои преимущества и недостатки по таким параметрам, как время распознавания заданного числа меток, сложность реализации и т.д. Самый простой и чаще всего встречающийся алгоритм называется «free running». Он основан на том, что все метки генерируют ответы со случайным интервалом, за счет чего всегда наступит момент, когда считывателю отвечает только одна метка.

Так, в моменты времени T_1 , T_3 и T_6 имеется наложение откликов от меток 1 и 3, 1 и 2, 2 и 3 соответственно. Считыватель определяет это по тому, что за счет наложения сигналов не сходятся контрольные суммы ответов меток. В моменты времени T_2 , T_4 и T_5 коллизий нет, и считыватель идентифицирует метки в следующем порядке: метка 2, метка 3, метка 1. К моменту времени T_6 все три метки считаны [8].

Базовая гипотеза состояла в том, что считываться всегда будет метка, находящаяся ближе к считывателю, т.к. сигнал от нее будет сильнее и приоритетнее для

считывателя. Метки, находящиеся дальше от считывателя, будут получать недостаточно энергии для возбуждения.

Эксперимент проводился с помощью метода имитационного моделирования, поскольку возможность построить аналитическую модель отсутствует, т.к. в системе существуют причинные связи и стохастические переменные. Вид моделирования — дискретно-событийный. Данный вид позволяет абстрагироваться от непрерывной природы событий и рассматривает только основные события моделируемой системы

Для проведения эксперимента были взяты пассивные NFC метки в виде карточек NTAG215 [9], а также изготовлены дополнительные блоки, которые обеспечивали постоянную высоту между метками и считывателем.

Данный тип меток был выбран как один из самых распространённых, доступных, а также обладающий достаточным объемом памяти. Площадь антенны 70x40мм. Все метки, участвующие в эксперименте, были проверены на работоспособность, а размеры их антенн были измерены, чтобы исключить заводской брак.

Блоки были изготовлены из PLA пластика, который не искажает сигнал. В ходе подготовки к эксперименту были выбраны базовые расстояния между метками и между верхней меткой и считывателем. Между метками использовалось расстояние 15 мм. Расстояние между считывателем и верхней меткой равнялось 20 мм. Данные размеры обеспечивали теоретическую возможность считывания нижней метки. Максимальные размеры основания блоков определялись размером антенны с целью минимизирования влияния блоков на результат эксперимента.

Установка, 3D модель которой представлена на рисунке 1, была размещена на экспериментальном столе, удаленном от источников других сигналов и прочих помех. Синим цветом проиллюстрированы блоки.

В качестве считывателя использовался смартфон с NFC модулем Xiaomi Redmi Note 8 Pro. В данном смартфоне NFC антенна располагается вокруг модуля камер (рис. 2). Для работы с NFC метками на смартфон было установлено приложение NFC Tools (ОС Android), оно позволяет не только считывать, но и создавать NFC-метки.

Ход эксперимента

В начале эксперимента всем меткам был присвоен тег с номером, а также была определена взаимно идентичная ориентация меток.

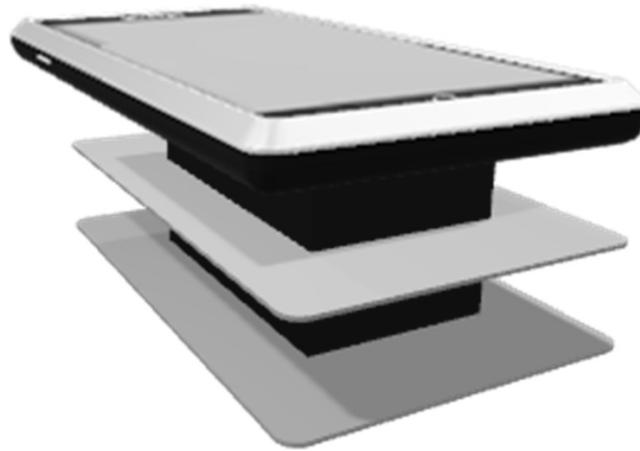


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

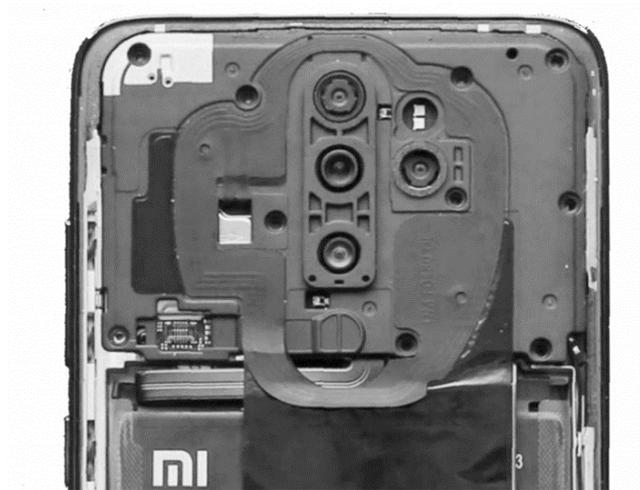


Рис. 2. NFC модуль в смартфоне Xiaomi Redmi Note 8 Pro

Далее метки попарно крепились в установку и проводились измерения. Метки всегда устанавливались строго друг над другом, без смещений по каким-либо осям.

Каждая пара меток проверялась для двух вариаций:
1) метка А сверху, метка Б снизу;
2) метка Б сверху, метка А снизу.

Внутри каждой вариации проводились измерения с разным типом расположения верхней метки.

Результатом каждого замера являлся прочитанный тег метки (т.е. номер). Если прочитанный тег принадлежит метке, находящейся ближе к считывателю (сверху), то результат замера равен 1 (единице). Если считывалась дальняя от считывателя метка (нижняя), то результат замера равен 0 (нулю).

Формула 1

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если считалась ближняя метка} \\ 0, & \text{если считалась дальняя метка} \end{cases}, \text{ где}$$

x_i — результат каждого замера.

Таким образом, среднее значение всех проведенных экспериментов отражала вероятность, что будет считываться ближняя метка (базовая гипотеза).

Формула 2

$$P(A) = \frac{\sum_i^n x_i}{n}, \text{ где}$$

$P(A)$ — вероятность считывания ближней метки;

n — количество экспериментов;

x_i — результат i -ого эксперимента.

Таблица 1. Вариация меток 1 и 2

Эксперимент	ТИП 1	ТИП 2	ТИП 3
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	0	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
Ср. знач.	1	0,9	1
ИТОГО			0,966667

Таблица 2. Сводная таблица вероятностей

Сводная таблица		Ближняя метка					Ср. знач.
		1	2	3	4	5	
Дальняя метка	1		0,97	0,03	0,93	0,07	0,50
	2	0,03		0,00	0,93	0,03	0,25
	3	0,80	1,00		0,97	0,90	0,92
	4	0,73	0,90	0,73		0,60	0,74
	5	0,93	0,97	0,00	1,00		0,73
Ср. знач.		0,63	0,96	0,19	0,96	0,40	0,63

В рамках проводимых экспериментов было использовано 5 меток. Соответственно было сформировано 10 пар меток, 20 вариаций, 60 уникальных серий и всего 600 замеров.

Обработка результатов эксперимента

Результаты каждой вариации были сведены в таблицу (Таблица 1).

Типы экспериментов отражают ориентацию меток. Тип 1: метки имеют взаимно идентичную ориентацию; тип 2: верхняя метка развернута на 180 градусов по оси Z, относительно нижней метки; тип 3: верхняя метка развернута на 180 градусов по оси Y, относительно нижней метки. Для каждой комбинации проводилось 10 замеров.

Усредненные значения вероятности считывания ближней метки для всех вариаций вносились в сводную таблицу (Таблица 2). В сводной таблице штриховкой выделены пары меток.

В данной таблице по горизонтали расположены метки, находящиеся дальше от считывателя, а по вертикали — ближе к считывателю. Пересечение строки и столба — вероятность $P(A)$ для комбинации меток. Также эти вероятности просуммированы для каждой метки и высчитана общая вероятность считывания ближней к считывателю метки (0,63).

На этом этапе удалось заметить большой разброс в результатах между метками, что заставило выдвинуть еще одну гипотезу, которая заключается в том, что метки несмотря на то, что они от одного производителя, из одной партии и выполнены по одному стандарту, имеют различную чувствительность к излучаемой считывателем радиочастотной волне.

Для изучения этой гипотезы была построена еще одна таблица (Таблица 3), в которую были внесены просуммированные результаты строк и столбцов сводной таблицы (т.е. результаты для каждой метки в случаях, когда она находилась ближе и дальше от считывателя), на основании которых происходило ранжирование по формуле 1. Для ситуации с дальним расположением,

Таблица 3. Таблица относительной вероятности считывания метки

	Ближнее расположение (a _n)	Дальнее расположение (b _n)	Итог	Рейтинг
Метка 1	0,63	0,50	0,56	3
Метка 2	0,96	0,75	0,85	1
Метка 3	0,19	0,08	0,14	5
Метка 4	0,96	0,26	0,61	2
Метка 5	0,40	0,27	0,34	4

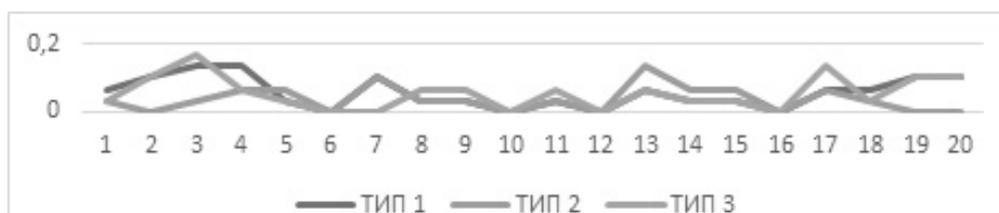


Рис. 3. Отклонения от среднего значения в зависимости от типа расположения меток

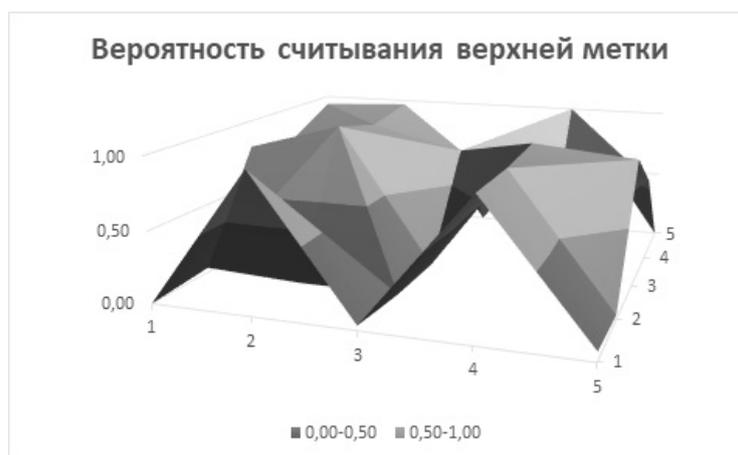


Рис. 4. 3D график эксперимента

значения из сводной таблицы вычитались от 1 (единицы), т.к. в данной таблице нам интересна вероятность считывания дальней метки.

Формула 3

$$U_n = \frac{\bar{P}_{a_n} + \bar{P}_{b_n}}{2},$$

где U_n — относительная вероятность считывания метки n относительно других меток, участвующих в эксперименте;

\bar{P}_{a_n} — усредненная вероятность считывания метки, когда она находится ближе к считывателю;

\bar{P}_{b_n} — усредненная вероятность считывания метки, когда она находится дальше от считывателя.

Сумма вероятностей делится на 2, т.к. в данном случае рассматривались две ситуации (метка ближе или

дальше от считывателя). Результатом является относительная вероятность считывания каждой метки. По таблице отчетливо видно, что относительная вероятность считывания меток может отличаться в 6 раз. Этот побочный вывод из эксперимента позволяет предположить, что фактическая чувствительность меток к радиочастотному воздействию зависит не только от размеров, но и от внешних физических факторов. Например, статическое напряжение, магнитные поля и т.д.

Ориентация меток не оказывает существенного влияния на результат, что видно из графика корреляции на рисунке 3. Среднее отклонение между типами расположения меток — 5%.

Основная базовая гипотеза, что ближняя к считывателю метка будет всегда считываться, оказалась неподтвержденной. Результат эксперимента составил 0.6, что

не позволяет сделать однозначных выводов. Если же посмотреть на 3-х мерный график (рис. 4), отражающий результаты эксперимента, мы увидим абсолютную раздробленность результатов, что указывает на наличие сторонних факторов, влияющих на результат эксперимента.

Заключение

Важным результатом эксперимента стало нахождение зависимостей, которые ранее не принимались во внимание. Тем не менее, базовая теория, которая была выдвинута в начале эксперимента, не смогла быть доказана или опровергнута.

Практическим выводом из проведенного эксперимента являются следующие заключения:

- ◆ пересечение сигналов от меток может возникать даже при большом расстоянии между ними;

- ◆ метки одного типа могут иметь различную чувствительность к радиочастотным волнам;
- ◆ расположение меток на непараллельных плоскостях помогает избежать ложных считываний в условиях близкого расположения меток.

Полученные результаты необходимо учитывать при проведении других экспериментов, связанных не только со стационарными модулями, но и с объектами, находящимися в движении и передающими данные, которые потом могут обрабатываться, в том числе и нейронными сетями для коррекции траектории движения или для определения соответствия имеющейся траектории идеальной [10]. Именно эта информация может стать базовой, для определения эффективности прохождения образовательных треков обучающимися, взаимодействующими с реальным оборудованием или тестовыми стендами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статья «Индустрия 4.0: Big Data, цифровизация и рост экономики» // Сайт «Habr» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/507822/>, свободный. Дата обращения: 30.11.2021 г.
2. Лаврычев, М. А. Использование технологии бесконтактной передачи данных в профессиональном обучении / М. А. Лаврычев, И. О. Саркисова // Технологии информационного общества: Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества», Москва, 03–04 марта 2021 года. — Москва: ООО «Издательский дом Медиа паблишер», 2021. — С. 203–205.
3. Применение продуктов фирмы «1С» в дисциплине «Архитектура цифрового производства и предприятий» / В. И. Шароватов, Е. В. Бабенко, П. М. Субботин, А. А. Каплинский // Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов 20-й международной научно-практической конференции, Москва, 04–05 февраля 2020 года / Под общей редакцией Д. В. Чистова. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью «1С-Паблишинг», 2020. — С. 198–200.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 7810–2015 Карты идентификационные, физические характеристики // Сайт «Электронный фонд правовой и нормативной документации» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200124131>, свободный. Дата обращения: 30.11.2021 г.
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 14443–1–2013 Карты близкого действия, физические характеристики // Сайт «Электронный фонд правовой и нормативной документации» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200108020>, свободный. Дата обращения: 30.11.2021 г.
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 14443–2–2014 Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Карты близкого действия. Часть 2. Радиочастотный энергетический и сигнальный интерфейс // Сайт «Электронный фонд правовой и нормативной документации» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200118651>, свободный. Дата обращения: 30.11.2021 г.
7. Статья «Как использовать NFC метки» // Сайт «NFC Expert» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://nfcexpert.ru/programmirovanie-nf-metok>, свободный. Дата обращения: 30.11.2021 г.
8. Статья «Еще раз про RFID» // Сайт «Parsec» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.parsec.ru/articles/eshche-raz-pro-rfid/>, свободный. Дата обращения: 30.11.2021 г.
9. Статья «В чем разница между Ntag213, Ntag215 и Ntag216?» // Сайт «SHENZHEN XINYETONG TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.asiarfid.com/ru/difference-ntag213-ntag215-ntag216.html>, свободный. Дата обращения: 30.11.2021 г.
10. The Autonomous Object Trajectory Correction Using Neural Networks / Z. V. Ilyichenkova, S. M. Ivanova, A. Y. Ermakova, A. I. Volkov // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Conference Proceedings, Moscow, 16–18 марта 2021 года. — Moscow, 2021. — P. 9416086. — DOI 10.1109/IEECONF51389.2021.9416086.

© Саркисова Ирина Олеговна (sio-job@yandex.ru), Лаврычев Максим Александрович (maxim.lawerichchev@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОЛЬЗОВАНИЯ МАРШРУТИЗИРОВАННЫМ ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ И ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Терешенко Андрей Алексеевич

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный
университет имени М.В. Ломоносова»

andrey.tereshenko2017@mail.ru

GEOINFORMATION SYSTEM FOR THE USE OF ROUTED PUBLIC TRANSPORT IN THE ARKHANGELSK REGION: MAIN STAGES OF DEVELOPMENT AND VERIFICATION OF EFFICIENCY

A. Tereshenko

Summary. The article substantiates the relevance, purpose of the work and its practical significance. The main stages of designing a geographic information system for the use of routed public transport in the Arkhangelsk region are described, the choice of tools necessary for developing the system is substantiated. Comparison of similar services is carried out, their main shortcomings are allocated and ways of their decision are described. The main roles in the system are highlighted, the interface is designed. All information about routes that users will receive is displayed in detail. In conclusion, a comparison of time costs is made and the prospects of the project are described.

Keywords: QGIS, geographic information system, public transport, route, OpenStreetMap.

Аннотация. В статье обоснованы актуальность, цель работы и её практическая значимость. Описаны основные этапы проектирования геоинформационной системы пользования маршрутизированным общественным транспортом Архангельской области, обоснован выбор инструментов, необходимых для разработки системы. Проведено сравнение аналогичных сервисов, выделены их основные недостатки и описаны пути их решения. Выделены основные роли в системе, спроектирован интерфейс. Подробно отображена вся информация о маршрутах, которую будут получать пользователи. В заключении проведено сравнение временных затрат и описаны перспективы проекта.

Ключевые слова: QGIS, геоинформационная система, общественный транспорт, маршрут, OpenStreetMap.

Геоинформационная система (ГИС) — это система, которая создает, управляет, анализирует и отображает все типы географических данных. ГИС использует данные, привязанные к уникальному местоположению, что обеспечивает основу для картирования и анализа. В исследованиях видов информационных систем существует такая проблема — поиск информации об определенной территории пользователями посредством использования геоинформационной системы. Отсюда следует, что геоинформационная система может быть удобным инструментом не только для анализа и обработки информации, но еще и для ее хранения и удобного представления.

В силу роста востребованности общественного транспорта, а также отсутствия в Архангельской области единого сервиса, который учитывал бы различные виды общественного транспорта и предоставлял бы о них полную и актуальную информацию, появилась необходимость в создании информационной системы, которая позволит в автоматическом режиме получать актуальные данные о маршрутах общественного транспорта. Изначально рассматривался транспорт, функционирующий в пределах Архангельской области, но не рассматривается городской, поскольку существует достаточное количество сервисов и ресурсов, позволяющих получать актуальную информацию о нём.

Таблица 1. Итоговый обзор недостатков и пути их решения

Недостатки	Решение
Отсутствие карты у ряда сервисов	Необходимо использовать стандартную подложку OSM, а также создать собственную карту для того, чтобы у пользователя была возможность выбрать наиболее удобный вариант
Отсутствие наиболее востребованных видов маршрутов, как правило присутствует один тип	Необходимо добавить несколько видов маршрутов. В работе будут рассмотрены маршруты автомобильного и водного транспорта
Отсутствие картографического представления маршрутов	На созданной карте необходимо графически отобразить маршруты и их промежуточные точки
Отсутствие актуальных маршрутов, наличие неактивных	Использование официальной и актуальной информации о маршрутах, если маршрут функционирует в определённое время года, то это указывается
Отсутствие дополнительной информации о маршрутах: стоимость, время в пути, длина в пути и так далее	Информация берётся из официальных источников, на момент создания системы является самой актуальной
Информация неактуальна и практически никогда не обновляется	Своевременно загружать обновления в систему
Отсутствие удобного для пользователя интерфейса	Создание современного и удобного интерфейса, который соответствует всем современным требованиям

Целью работы является уменьшение затрат временных ресурсов на поиск информации о маршрутах общественного транспорта Архангельской области за счет разработки геоинформационной системы пользования маршрутизированным общественным транспортом Архангельской области.

Благодаря разработанной системе повысится доступность информации о транспортной инфраструктуре Архангельской области в части маршрутизированного общественного транспорта. Если разработать данную геоинформационную систему, позволяющую получать информацию о передвижении на общественном транспорте по Архангельской области, то получится снизить затраты временных ресурсов на поиск информации о маршрутах общественного транспорта.

Анализируя источники информации, которые предоставляют данные о маршрутах общественного транспорта Архангельской области, были сделаны выводы о том, что ряд официальных источников не содержит полную информацию о маршрутах, источники не информативны, предоставляют неактуальные данные, либо направлены на один вид транспорта, как правило городской, который в работе не рассматривается.

Так как в работе представляется географическая информация, наиболее подходящими технологиями для настоящего исследования является технология геоинформационных систем. В графическом способе ГИС содержит электронную карту — картографическое изображение, визуализированное на мониторе, на основе цифровых карт или баз данных ГИС. В геоинформационной системе также хранится пространственная

и атрибутивная информация. В геоинформационных системах идет четкая привязка объекта к координатам. Использование таких систем является довольно перспективным направлением проектировании освоения территории.

В ходе анализа аналогичных сервисов, таких как: 2ГИС, Яндекс. Путешествия, tutu.ru, app29.ru, arhbus.ru, bus.arhcity.ru, были выделены основные их недостатки и как итог были предложены пути их решения. Для удобства они отражены в таблице 1.

Рассмотрев исходные данные, были выделены следующие роли в системе: пользователь и администратор.

Для того чтобы начать работу с будущей системой, регистрация пользователя не нужна, этой системой может пользоваться любой желающий.

Зайдя в веб-приложение, пользователь может увидеть геоинформационную систему, разработанную в рамках исследования. Основные варианты использования для пользователя: управление картой, а также использование функций системы.

Управление картой включает в себя: увеличение масштаба карты, уменьшение масштаба карты, отключение ненужных слоёв, включение нужных слоёв.

Использование функций системы включает в себя: определение местоположения, просмотр дополнительной информации об объектах, выбор готового маршрута общественного транспорта, просмотр дополнительной

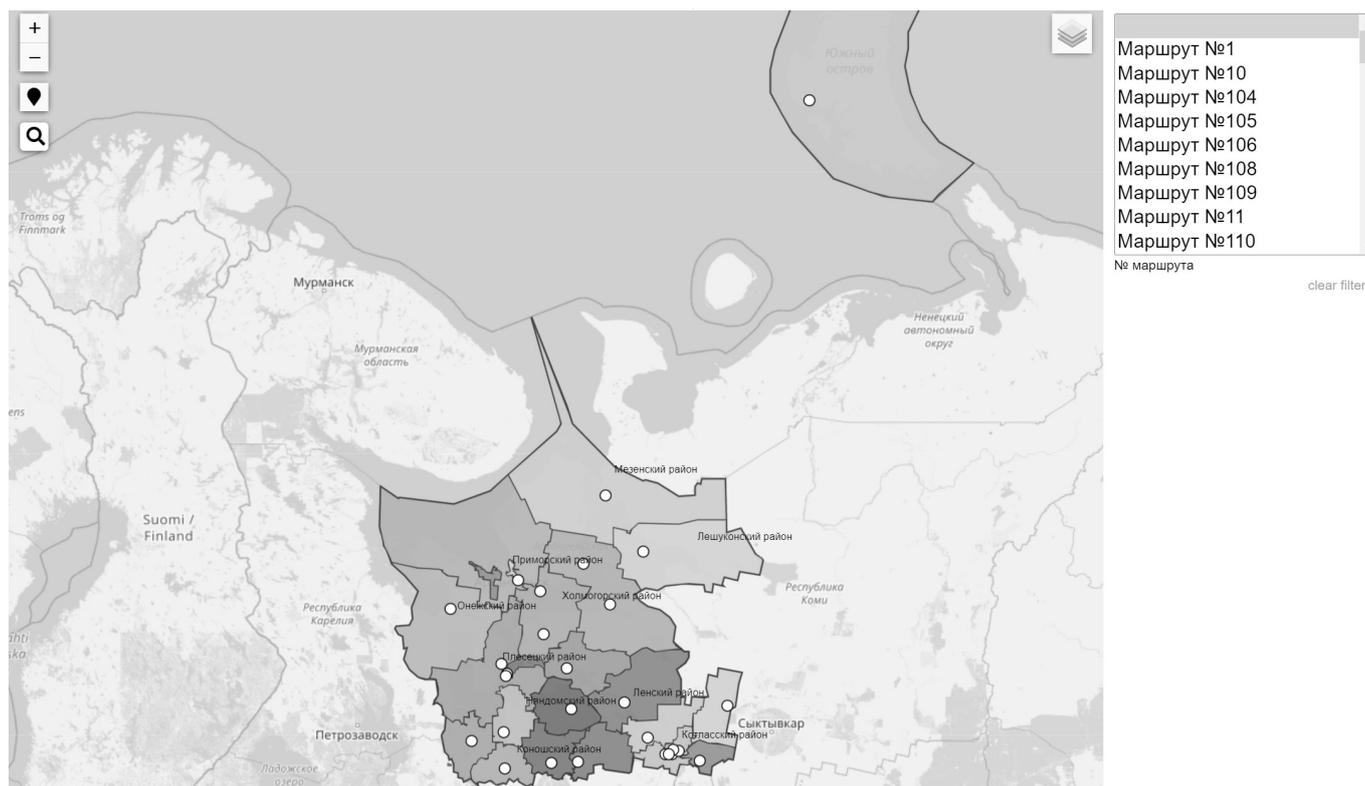


Рис. 1. Проект главной страницы геоинформационной системы

ной информации о маршруте, построение маршрута от конечной точки до заданной самостоятельно, добавление промежуточных точек в маршрут.

Администратору доступны все варианты, описанные выше, а также управление системой: возможность вносить изменения в данные, отображаемые в системе, а именно в объекты, отмеченные на карте, возможность обновить систему, добавление новых маршрутов, редактирование маршрутов, удаление старых маршрутов, создание новых объектов, добавление описания к новым объектам.

Перед началом разработки кода веб-приложения необходимо продумать интерфейс системы и взаимосвязи предполагаемых на ней объектов и инфоблоков. Соответственно, для удобства использования было принято решение сделать внешний вид информационной системы таким образом, чтобы пользователи смогли выбрать и посмотреть готовый маршрут с актуальной информацией, выбрать ближайшую для себя остановку, построить до неё маршрут, имели возможность работы с несколькими картами, а также могли отключать ненужные им слои, могли определить своё местоположение. Дизайн — проект главной страницы геоинформационной системы представлен на рисунке 1.

Для разработки картографической части проекта использовался QGIS. На сегодняшний день — это зрелый программный продукт, сравнимый с коммерческими аналогами и поддерживаемый международным сообществом разработчиков и пользователей. В нём можно просматривать и накладывать друг на друга векторные и растровые данные в различных форматах и проекциях без преобразования во внутренний или общий формат.

Первоначально была заполнена информация об остановках и причалах. Они содержат в себе информацию о проходящем через них транспорте, а также название. При заполнении информации возникла проблема, что не все остановки подгружались из баз данных *osm*, поэтому пришлось добавлять их самостоятельно и заполнять о них информацию вручную, большая часть остановок без названий, информацию также приходилось заполнять вручную.

Далее был добавлен рендеринг для некоторых объектов, то есть они появляются только при достижении определённого масштаба. Для того чтобы экспортировать карту для размещения её в интернете использовался модуль QGIS2Web, после был проработан интерфейс и создано веб-приложение главная страница которого показана на рисунке 2.

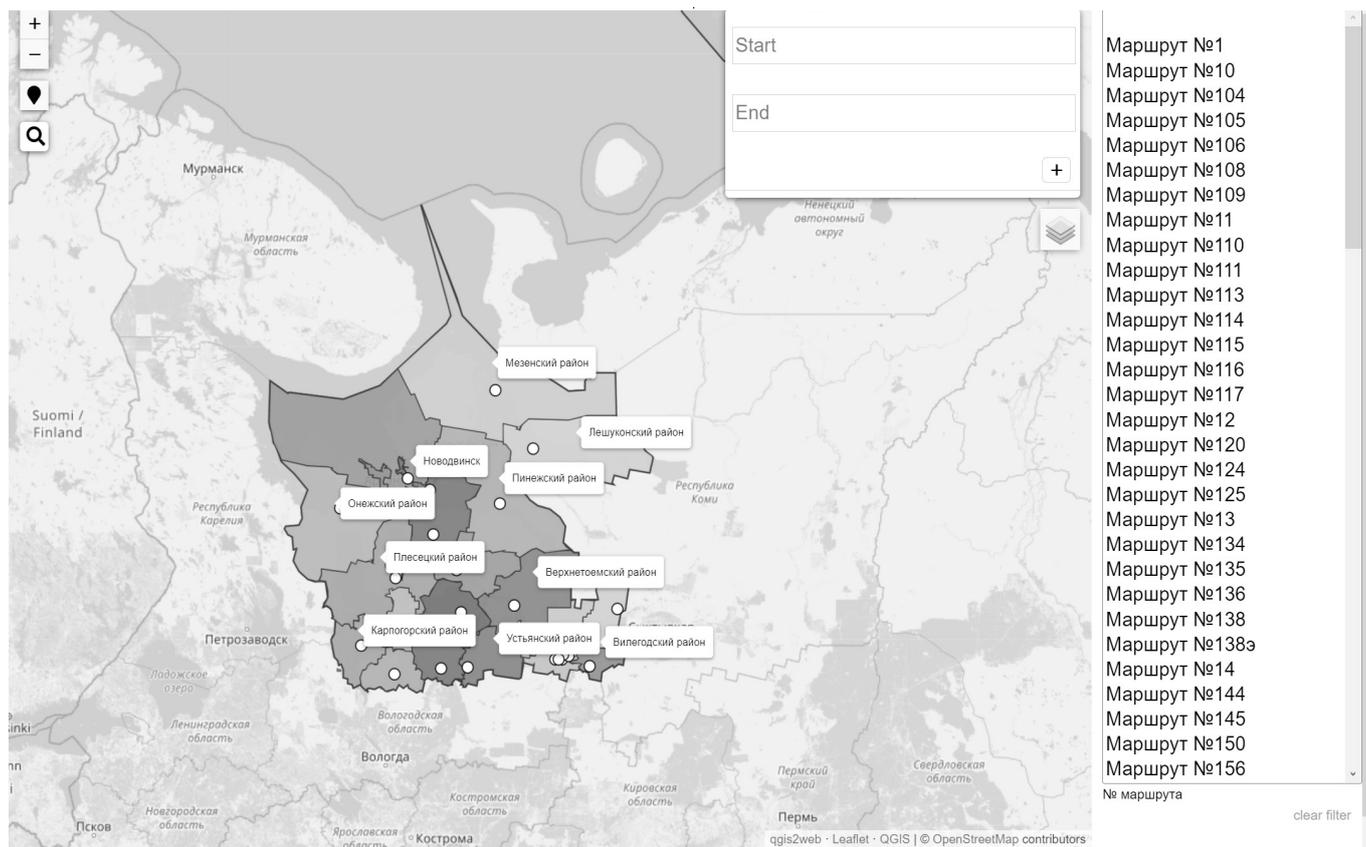


Рис. 2. Главная страница веб-приложения

Для корректного отображения в веб-приложении информации о маршрутах были подготовлены данные, такие как:

- ◆ маршрут. Здесь прописывается название маршрута, его номер, а также начальная и конечная точка;
- ◆ тип транспорта. У автомобильного это всегда автобус. У водного есть несколько видов транспорта. Для водного дополнительно указан тип судна, на котором проходит передвижение.
- ◆ цена. Отображается примерная стоимость проезда в промежутке от самой низкой (начальной точки) до самой дорогой (конечной точки). Цены часто меняются, поэтому проще держать диапазон, чтобы у будущего пассажира было понимание стоимости, в дальнейшем планируется добавление цены до каждой конкретной точки;
- ◆ время. Отображается время отправления от начальной точки, а также время отправления назад;
- ◆ время в пути. Время в пути от начальной точки до конечной;
- ◆ длина маршрута в километрах;
- ◆ сезонность. Важный пункт, поскольку некоторые маршруты не ходят круглогодично, это касается даже автомобильных маршрутов;

- ◆ периодичность. Некоторые автобусы ходят один раз в неделю или несколько раз в неделю. Тоже не маловажный пункт;
- ◆ контакты. Здесь представлены телефонные номера справочных служб, для уточнения информации, а также ссылки на сайт министерства транспорта Архангельской области.

Воспользовавшись окном выбора маршрутов у пользователя во всплывающем окне, появляется вся необходимая информация о маршруте, что показано на рисунке 3.

Для того, чтобы система была работоспособна у большего охвата пользователей, проведено мультиплатформенное тестирование. Такое тестирование включает в себя проверку работоспособности системы на разных платформах, так как, устройства пользователей работают на разных платформах, необходимо решить важную задачу совместимости система на таких платформах, как: Windows, iOS, Android.

Тестирование показало, что система выполняет все необходимые функции на вышеперечисленных платформах.

Таблица 2. Сравнение временных затрат на поиск информации

Название опции	Разработанное приложение
Наличие карты	Стандартная подложка OSM и разработанная в рамках исследования карта
Наличие нескольких видов общественного транспорта	Предоставление информации об автомобильном и водном транспорте
Визуальное отображение маршрута	Присутствует
Наличие неактивных маршрутов	Неактивные маршруты отсутствуют. Информация отслеживается, при появлении неактивного маршрута, он будет удалён
Наличие дополнительной информации о маршрутах	Присутствует. Есть основные параметры: цена, время, промежуточные точки и другая информация
Актуальная информация	Все данные берутся из официальных источников
Простой и понятный интерфейс	Приложение выполнено в минималистичном стиле для того, чтобы им было удобно пользоваться человеку любого возраста. Никакой лишней информации и рекламы

Таблица 3. Временные затраты на поиск информации

Функция	Затраченное время	Затраченное время в разработанной системе
Поиск нужного маршрута	от 4 до 10 минут	30 секунд
Поиск промежуточных остановок	от 2 до 5 минут	1 минута
Поиск дополнительной информации	от 5 минут до 10 минут, но не круглосуточно	30 секунд
Общий результат	от 11 до 25 минут	2 минуты

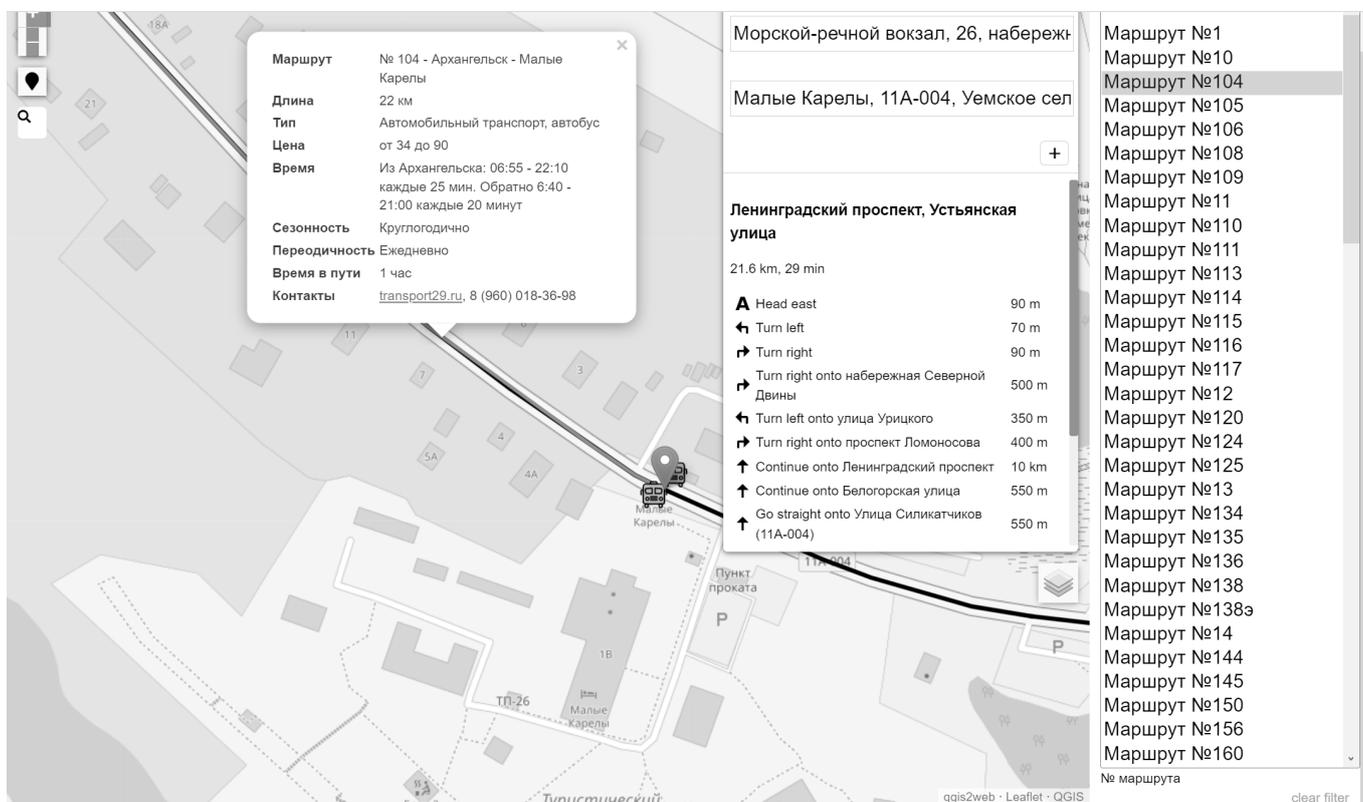


Рис. 3. Дополнительная информация о маршруте

Кроссбраузерное тестирование, проведенное с помощью ресурса «crossbrowsertesting» и показало, что система успешно работает с помощью таких браузеров, как: Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Edge, Opera.

Тестирование было проведено вышеперечисленных актуальных версиях обозревателей и показало успешные результаты отработки всех модулей геоинформационной системы, разрабатываемой в рамках исследования.

Для сравнение временных затрат были рассмотрены основные опции системы, то есть в таблице 2 показано, были ли решены основные недостатки, которые были выделены на этапе анализа.

Из данных, представленных в таблице 2, можно сделать вывод о том, что разработанная в рамках исследования геоинформационная система объединяет большую часть необходимых функций, благодаря которым можно получить полную и актуальную информацию о маршрутах общественного транспорта. Очевидно, что, воспользовавшись разработанной системой, пользователь быстрее получит необходимую информацию, нежели бы он собирал её по частям на различных сайтах самостоятельно.

Так как представлены все необходимые данные, нет необходимости обращаться к оператору. Особенностью является то, что пользователь получает круглосуточный доступ к данным, представленным в системе. Обычно дозвониться до оператора проблематично, также он работает по определённому времени, как правило до шести вечера, что неудобно.

Далее был проведён подсчёт временных затрат на поиск информации о маршрутах. Тестирование проводилось двумя людьми: автором работы, поскольку он владеет информацией и может максимально быстро

найти нужную, а также обычным пользователем. Результаты представлены в таблице 3.

Из данных, представленных в таблице 3 можно сделать вывод о том, что благодаря разработанной системе, время на поиск нужной информации сокращается примерно в 10 раз. Таким образом цель работы была достигнута, а также подтвердилась практическая значимость проекта.

Разработанная геоинформационная система имеет возможность функционировать и развиваться как самостоятельный сервис, а также найти отклик среди органов государственного и муниципального управления, поскольку поможет усовершенствовать существующие сервисы.

В дальнейшем планируется развитие проекта и выделены следующие направления:

- ◆ добавление информации о маршрутах железнодорожного и воздушных транспортов, которые функционируют в пределах Архангельской области. Подобное решение позволит собрать воедино все виды транспорта, что сделает разработанную систему безальтернативным сервисом для получения информации о маршрутах в регионе;
- ◆ добавление функции автоматического предложения маршрута общественного транспорта. Как отмечалось ранее, используя сервис, можно самостоятельно планировать маршрут, при этом сервис автоматически не выдаст номер маршрута, на котором есть возможность добраться до конечной точки. Решение разрабатывается, в ближайшее время планируется добавление;
- ◆ работа с дизайном веб-приложения. Планируется совершенствование дизайна веб-приложения, приведение его к максимально оптимальному виду;
- ◆ разработка мобильных решений на основе разработанного веб-приложения. Сюда можно отнести портирование на платформы Android и iOS.

ЛИТЕРАТУРА

1. Описание интерфейса QGIS: сайт. — URL: https://docs.nextgis.ru/docs_ngqgis/source/ui.html, свободный (дата обращения: 03.07.2022). Текст: электронный
2. Кроссбраузерное тестирование онлайн. [Электронный ресурс]: [официальный сайт] / CrossbrowserTesting — Электрон. дан.— Режим доступа: <https://crossbrowsertesting.com/>, свободный (дата обращения: 03.07.2022). — Загл. с экрана.
3. Открытые карты OSM. [Электронный ресурс]: — URL: <https://www.openstreetmap.org/>, свободный (дата обращения: 03.07.2022). Текст: электронный

© Терешенко Андрей Алексеевич (andrey.tereshenko2017@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ СТАЦИОНАРНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ОГРАНИЧЕННЫХ АНИЗОТРОПНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ

PECULIARITIES OF STATIONARY ELECTRIC FIELDS IN BOUNDED ANISOTROPIC SEMICONDUCTORS

V. Filippov
V. Ziyautdinov
M. Smirnov
K. Bogonosov

Summary. In modern functional electronics and microelectronics, materials with a pronounced character of the anisotropy of electrophysical properties are increasingly being used. Anisotropy properties are associated not only with the nature of their crystal structure, but also with the miniaturization of structural elements in semiconductor systems. The active practical application of these semiconductors in functional electronics requires a qualitative mathematical description of the kinetic phenomena of electron transfer in the bulk of the crystal and at its contacts with the metal. In this paper, a mathematical and computer calculation of electric fields of direct currents in semiconductors with a pronounced anisotropy of electrical conductivity is carried out, followed by a theoretical analysis of the obtained distributions of electric fields. The material of the article will be of interest to everyone who is involved in both modeling the physical properties of anisotropic semiconductor materials and directly studying such materials in an experiment.

Keywords: mathematical model, anisotropic material, electric field distribution, computer simulation, semiconductor, functional electronics.

Филлипов Владимир Владимирович

Д.ф.-м.н., доцент, Липецкий казачий институт
технологии и управления (филиал) ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет
технологии и управления имени К.Г. Разумовского
(ПКУ)»; Липецкий государственный педагогический
университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского,
г. Липецк
wwfilippow@mail.ru

Зияутдинов Владимир Сергеевич

К.п.н., доцент, Липецкий казачий институт
технологии и управления (филиал) ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет
технологии и управления имени К.Г. Разумовского
(ПКУ)», г. Липецк
zevslipetsk@yandex.ru

Смирнов Михаил Юрьевич

К.ф.-м.н., доцент, Липецкий казачий институт
технологии и управления (филиал) ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет
технологии и управления имени К.Г. Разумовского
(ПКУ)», г. Липецк
m_u_smirnov@mail.ru

Богonosов Константин Александрович

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет технологии
и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва
m_u_smirnov@mail.ru

Аннотация. В современной функциональной электронике и микроэлектронике все чаще получают применение материалы с ярко выраженным характером анизотропии электрофизических свойств. Свойства анизотропии связаны не только с характером их кристаллического строения, но и с миниатюризацией структурных элементов в полупроводниковых системах. Активное практическое применение данных полупроводников в функциональной электронике требует качественного математического описания кинетических явлений электронного переноса в объеме кристалла и на контактах его с металлом. В работе произведен математический и компьютерный расчет электрических полей постоянных токов в полупроводниках с выраженной анизотропией удельной электропроводности с последующим теоретическим анализом полученных распределений электрических полей. Материал статьи будет интересен всем, кто занимается как моделированием физических свойств анизотропных полупроводниковых материалов, так и непосредственно исследующим такие материалы в эксперименте.

Ключевые слова: математическая модель, анизотропный материал, распределение электрического поля, компьютерное моделирование, полупроводник, функциональная электроника.

Введение

Постоянно развивающаяся электроника идет не только по пути миниатюризации, но и находит все более широкий спектр материалов с новыми функциональными свойствами. На данный момент, кроме всем известных полупроводников, таких как кремний, германий, арсенид галлия, практически не проявляющих анизотропию электрофизических свойств, все более находят применение материалы с ярко выраженной анизотропией кинетических параметров [1–3]. Полупроводниковые анизотропные кристаллы сейчас используются как функциональные подложки, слоистые структуры оптоэлектроники, матрицы для магнитных элементов [4–6]. В частности, многие перспективные кристаллы A^2B^5 ($CdSb$, ZnP_2 , CdP_2 , $ZnAs_2$, Cd_3As_2 и др.) обладают ярко выраженной анизотропией электрических, магнитных и оптических свойств. На материалах $AB^{III}_2X^{VI}_4$ ($A - Mn, Fe, Ni, Co$; $B^{III} - Ga, In$; $X^{VI} - S, Se, Te$) созданы управляемые магнитным полем лазеры, модуляторы света, фотодетекторы, и др. приборы. При расчетах основных кинетических параметров полупроводников и их непосредственном последующем внедрении в микро- и нанoeлектронику необходимо учитывать анизотропию применяемых материалов. Для решения важной практической задачи нахождения удельной электропроводности и её температурной характеристики необходимо решить электродинамическую краевую задачу.

В данной работе реализуются методы расчета электрических полей в полупроводниковых кристаллах при практических измерениях токов и напряжений, при этом особое внимание уделено методу комплексных рядов Фурье. Приводимые выражения могут быть применены как для моделирования поведения носителей тока в анизотропных полупроводниковых системах, так и для выполнения теоретического конструирования на их основе различных приборов и датчиков с заданными свойствами и параметрами. Приведены оценки точности рассматриваемых методов расчета.

Теоретическая модель

В представляемых далее расчетах рассмотрим аналитический метод определения распределения потенциала электрического поля постоянного тока в анизотропном ограниченном образце. В наиболее общем варианте, анализируемом ниже, монокристалл вырезан таким образом, что главные направления тензора удельной электропроводности составляют некоторый угол Θ с гранями образца, токовые омические контакты размещены на противоположных боковых гранях и образец можно считать тонким (рис. 1).

В приводимой далее плоской задаче тензор удельной электропроводности приобретает вид:

$$\hat{\sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} \end{pmatrix}, \tag{1}$$

а его компоненты определяются согласно выражениям [7]:

$$\sigma_{xx} = \sigma_1 \cos^2 \Theta + \sigma_2 \sin^2 \Theta, \tag{2}$$

$$\sigma_{yy} = \sigma_1 \sin^2 \Theta + \sigma_2 \cos^2 \Theta, \tag{3}$$

$$\sigma_{xy} = \sigma_{yx} = 0.5(\sigma_1 - \sigma_2) \sin 2\Theta. \tag{4}$$

В приводимых выше формулах значения σ_1 и σ_2 — главные компоненты тензора удельной электропроводности исследуемого полупроводникового кристалла.

В дальнейших расчетах рассматривается практически важный случай, когда толщина образца d значительно меньше его длины a и ширины b , а токовые омические контакты 1, 2 изготовлены на периметре полупроводника по всей его толщине, как показано на рис. 1. Таким образом, получаем двумерную краевую задачу электродинамики. Кроме того, принимаем условие, что ширина контактов $2c$ удовлетворяет условию ($2c \ll a$, и $2c \ll b$), т.е. контакты являются практически точечными. При выбранных условиях особенности распределения потенциала и плотности тока в образце будут определяться только параметрами анизотропии удельной электропроводности монокристалла.

При пропускании через однородный образец постоянного тока I плотность тока \mathbf{j} связана с электрическим потенциалом $\varphi(x, y)$ в области полупроводника следующим равенством [8]:

$$\mathbf{j} = - \left(\sigma_{xx} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \sigma_{xy} \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \mathbf{e}_x - \left(\sigma_{yx} \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \sigma_{yy} \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) \mathbf{e}_y. \tag{5}$$

В случае установившегося процесса протекания постоянного тока при отсутствии источников и стоков электрических зарядов справедливо равенство:

$$\text{div } \mathbf{j} = 0. \tag{6}$$

Отсюда, на основании (5), следует уравнение для потенциала электрического поля в однородном кристаллическом образце:

$$\sigma_{xx} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \sigma_{yy} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + 2\sigma_{xy} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} = 0. \tag{7}$$

Граничные условия для электрического потенциала следуют из требования, чтобы составляющая плотности тока нормальная к поверхности образца была равна

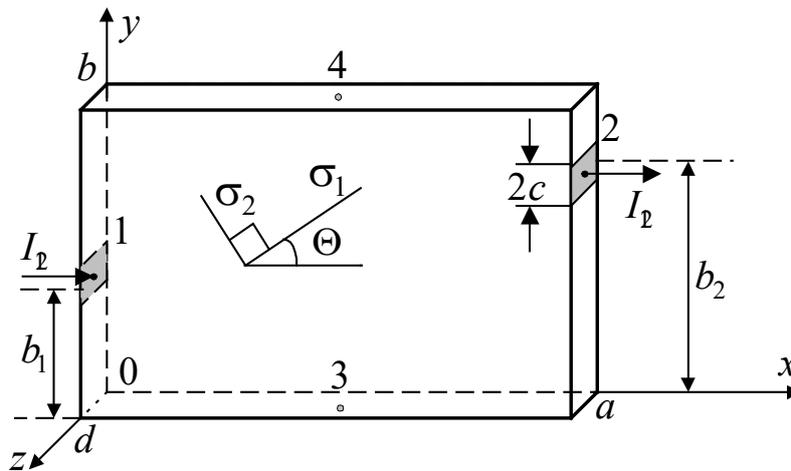


Рис. 1. Модель тонкого анизотропного полупроводника и измерительных контактов на прямоугольном образце, ориентированном под произвольным углом к главным направлениям тензора электропроводности.

нулю всюду, кроме точек под токовыми электродами [8, 9], притом под токовыми электродами она постоянна:

$$\left(\sigma_{xx} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \sigma_{xy} \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \Big|_{x=0,a} = \begin{cases} 0, y \in [0; b_{1,2} - c] \cup (b_{1,2} + c; b]; \\ -\frac{I_2}{2cd}, y \in [b_{1,2} - c; b_{1,2} + c]; \end{cases} \quad (8)$$

$$\left(\sigma_{yy} \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \sigma_{xy} \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) \Big|_{y=0,b} = 0. \quad (9)$$

Краевая задача Неймана с наклонной производной (7) — (9) составляет известную проблему, решение которой в теории потенциала представляет известные теоретические сложности [10, 11]. Нами предлагается метод решения данной краевой задачи с использованием аппарата комплексных рядов Фурье [12].

Несложно показать, что с помощью замены переменных:

$$t = (\gamma_2 - i\gamma_1)x + iy, \quad \bar{t} = -(\gamma_2 + i\gamma_1)x + iy; \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= \sigma_{xy} / \sigma_{xx}, \quad \gamma_2 = \sigma_0 / \sigma_{xx}, \\ \sigma_0 &= \sqrt{\sigma_{xx}\sigma_{yy} - \sigma_{xy}^2} = \sqrt{\sigma_1\sigma_2}, \end{aligned} \quad (12)$$

дифференциальное уравнение (7) принимает более простой вид:

$$\frac{\partial^2 \varphi^*}{\partial t \cdot \partial \bar{t}} = 0. \quad (13)$$

В соответствии с этим комплексный потенциал $\varphi^*(x, y)$ представим в виде ряда Фурье:

$$\varphi^*(x, y) = \sum_{n=0, \pm 1, \pm 2, \dots} X_n(\beta_n x \cdot (\gamma_2 - i\gamma_1)) \cdot \exp(i\beta_n y);$$

$$\beta_n = \frac{\pi n}{b}, \quad (14)$$

в котором всякий член ряда $X_n(x)$ на основании (7) удовлетворяет дифференциальному уравнению:

$$\begin{aligned} \gamma_3 \frac{\partial^2 X_n}{\partial x^2} + 2i\gamma_4 \beta_n \frac{\partial X_n}{\partial x} - \beta_n^2 X_n(x) &= 0; \\ \gamma_3 &= \sigma_{xx} / \sigma_{yy}, \quad \gamma_4 = \sigma_{xy} / \sigma_{yy} \end{aligned} \quad (15)$$

и граничным условиям:

$$\left(\frac{\partial X_n}{\partial x} + \gamma_1 i \beta_n X_n \right) \Big|_{x=0,a} = \frac{2I_2 \eta_n \sin(\beta_n c)}{\sigma_{xx} db \beta_n c} \cos(\beta_n b_{1,2}); \quad (16)$$

$$n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots; \quad \eta_n = \begin{cases} 1, & n \neq 0; \\ 1/2, & n = 0. \end{cases} \quad (17)$$

Пропуская решение уравнения (15) с граничными условиями (16), введу его громоздкости, запишем итоговое выражение для комплексного потенциала:

$$\begin{aligned} \varphi^*(x, y) &= \frac{2I_2}{bd\sigma_0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left\{ \eta_n \frac{\sin(\beta_n c)}{\beta_n c} \frac{\exp(i\beta_n y)}{\delta_n \operatorname{sh}(\beta_n a)} \times \right. \\ &\times [\operatorname{ch}(\delta_n(x-a)) \cdot \cos(\beta_n b_1) \cdot \exp(-i\beta_n \gamma_1 x) - \\ &\left. - \operatorname{ch}(\delta_n x) \cdot \cos(\beta_n b_2) \cdot \exp(i\beta_n \gamma_1(a-x))] \right\}; \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= \sigma_{xy} / \sigma_{xx}, \quad \gamma_2 = \sigma_0 / \sigma_{xx}, \quad \sigma_0 = \sqrt{\sigma_1\sigma_2}, \\ \beta_n &= \pi n / b, \quad \delta_n = \beta_n \gamma_2. \end{aligned} \quad (19)$$

Выделяя действительную часть из комплексного потенциала (18), получаем выражение для потенциала электрического поля в прямоугольном образце:

$$\varphi(x,y) = \frac{I_{12}(\sigma_{xy}y - \sigma_{yy}x)}{bd\sigma_0^2} - \frac{2I_{12}}{bd\sigma_0} \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{\sin(\beta_n c)}{\beta_n^2 c} \frac{1}{\text{sh}(\gamma_2 \beta_n a)} [\text{ch}(\gamma_2 \beta_n x) \cdot \cos(\beta_n (y - \gamma_1 (x - a))) \cdot \cos(\beta_n b_2) - \text{ch}(\gamma_2 \beta_n (x - a)) \cdot \cos(\beta_n (y - \gamma_1 x)) \cdot \cos(\beta_n b_1)] \right\}. \quad (20)$$

Как правило, токовые контакты располагают на оси симметрии образца ($b_1=b_2=b/2$). В данном случае выражение для распределения потенциала несколько упрощается:

$$\varphi(x,y) = \frac{I_{12}(\sigma_{xy}y - \sigma_{yy}x)}{bd\sigma_0^2} - \frac{2I_{12}}{bd\sigma_0} \sum_{n=2,4,\dots} \left\{ \frac{\sin(\beta_n c)}{\beta_n^2 c} \frac{(-1)^{n/2}}{\text{sh}(\gamma_2 \beta_n a)} \times [\text{ch}(\gamma_2 \beta_n x) \cdot \cos(\beta_n (y - \gamma_1 (x - a))) - \text{ch}(\gamma_2 \beta_n (x - a)) \cdot \cos(\beta_n (y - \gamma_1 x))] \right\}. \quad (21)$$

Для получения более полной информации о распределении стационарных полей в анизотропных ограниченных полупроводниковых кристаллах найдем выражения для компонент плотности тока. Согласно вышеуказанным выражениям (5) и (21) находим проекции вектора плотности тока на координатные оси x и y для случая симметричного положения контактов $b_1=b_2=b/2$ (рис. 1):

$$j_x(x,y) = \frac{I}{bd} + \frac{2I_{12}}{bd} \sum_{n=2,4,\dots} \left\{ \frac{\sin(\beta_n c)}{\beta_n c} \frac{(-1)^{n/2}}{\text{sh}(\gamma_2 \beta_n a)} \times [\text{sh}(\gamma_2 \beta_n x) \cdot \cos(\beta_n (y - \gamma_1 (x - a))) + \text{sh}(\gamma_2 \beta_n (x - a)) \cdot \cos(\beta_n (y - \gamma_1 x))] \right\}, \quad (22)$$

$$j_y(x,y) = \frac{2I_{12}\gamma_2}{bd} \sum_{n=2,4,\dots} \left\{ \frac{\sin(\beta_n c)}{\beta_n c} \frac{(-1)^{n/2}}{\text{sh}(\gamma_2 \beta_n a)} \times [\text{ch}(\gamma_2 \beta_n x) \cdot \sin(\beta_n (y - \gamma_1 (x - a))) - \text{ch}(\gamma_2 \beta_n (x - a)) \cdot \sin(\beta_n (y - \gamma_1 x))] \right\} - \frac{2I_{12}\gamma_1}{bd} \sum_{n=2,4,\dots} \left\{ \frac{\sin(\beta_n c)}{\beta_n c} \frac{(-1)^{n/2}}{\text{sh}(\gamma_2 \beta_n a)} \times [\text{sh}(\gamma_2 \beta_n x) \cdot \cos(\beta_n (y - \gamma_1 (x - a))) + \text{sh}(\gamma_2 \beta_n (x - a)) \cdot \cos(\beta_n (y - \gamma_1 x))] \right\}.$$

$$+ \text{sh}(\gamma_2 \beta_n (x - a)) \cdot \cos(\beta_n (y - \gamma_1 x))] \}. \quad (23)$$

Полученные выражения для плотности тока определяют его вихревой характер:

$$[\nabla, \mathbf{E}] = \text{rot } \mathbf{E} = 0; \\ [\nabla, \mathbf{j}] = \text{rot } \mathbf{j} = \mathbf{e}_z \cdot \left[\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} (\sigma_{xx} - \sigma_{yy}) + \sigma_{xy} \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \right) \right] \neq 0. \quad (24)$$

Выражения (24) показывают, что в анизотропном образце также присутствует вихревая составляющая плотности постоянного электрического тока \mathbf{j} , при этом электрическое поле \mathbf{E} остается потенциальным, безвихревым. Эта составляющая нами ранее была определена с помощью вихревых токов анизотропии (ВТА). Согласно проведенным расчетам, ВТА при постоянных токах для однородных кристаллов существуют только в анизотропных материалах, т.е. при $\sigma_1 \neq \sigma_2$. Выявленный факт разрешает при моделировании линий тока электрического поля представить ВТА как добавочную составляющую вектора плотности тока, возникающую в анизотропном полупроводнике, по сравнению с изотропным, как это, например, выполнено в работе [13].

Для более подробного практического рассмотрения теории распределения потенциала представим выражения для расчета потенциала в анизотропных полупроводниках более сложной полигональной формы. Данный вопрос ранее анализировался в научных работах [14, 15], в которых также указаны особенности проведения вычислений электрического потенциала вблизи границ анизотропного образца. Граничные условия к общему дифференциальному уравнению (7) формулируются из условий, что нормальная составляющая плотности тока на свободных гранях образца во всех точках равна нулю, а токовые контакты 1,2 принимаются эквипотенциальными. Соответственно, стационарное распределение потенциала электрического тока в анизотропном полупроводнике описывается краевой задачей эллиптического типа со смешанными граничными условиями, включающими условие Дирихле и условие Неймана.

Основная идея применяемого метода конформных отображений заключается в том, что область определения потенциала сложной формы преобразуется к более простому виду, для которого электродинамическая задача может быть относительно просто решена при указанных выше более сложных граничных условиях.

Рассмотренная задача с применением конформного отображения наиболее эффективно решается для двумерного случая, когда приложение теоремы Кристоффеля-Шварца позволяет получить функцию, реа-

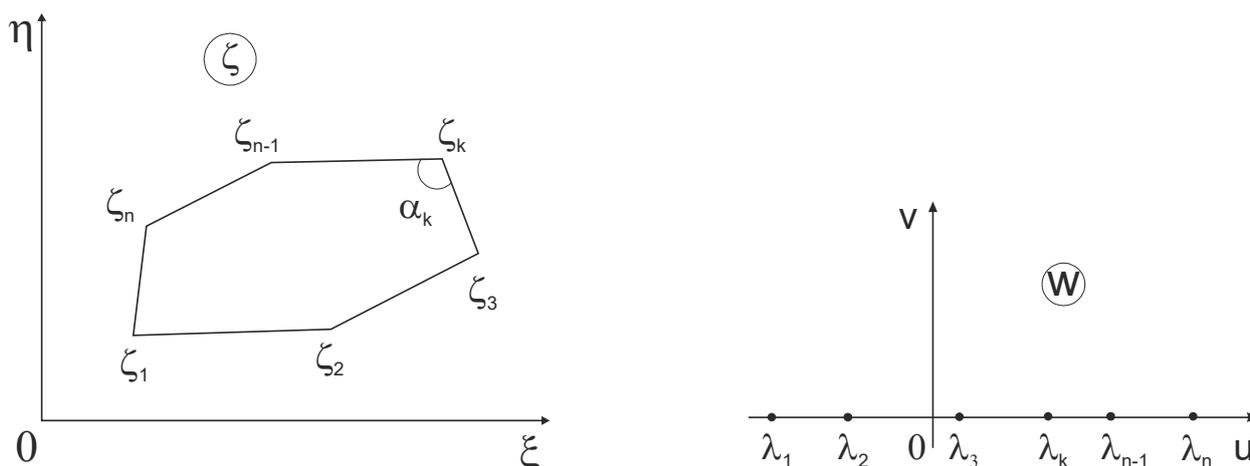


Рис. 2. Конформное отображение комплексной полуплоскости на внутреннюю область многоугольника.

лизирующую отображение верхней полуплоскости на избранную область, ограниченную многоугольником [12]. Поскольку уравнение Лапласа, краевые условия Дирихле и Неймана инвариантны относительно конформных отображений, соответственно, рационально привести дифференциальное уравнение (7) к каноническому виду, используя простое аффинное преобразование:

$$\xi = x - \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_{yy}} y, \quad \eta = \frac{\sigma_0}{\sigma_{yy}} y, \quad \sigma_0 = \sqrt{\sigma_{xx}\sigma_{yy} - \sigma_{xy}^2}. \quad (25)$$

В приводимых координатах рассматриваемое уравнение (7) преобразуется в более простое уравнение Лапласа:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \eta^2} = 0, \quad (26)$$

а область расчета электрического поля — в некоторый новый многоугольник, параметры которого в введённой плоскости (ξ, η) можно вычислить, зная соответствующие начальные параметры многоугольника в стандартной плоскости (x, y) . Условие “наклонной” производной при преобразовании (25) преобразуется в стандартное граничное условие Неймана.

Для окончательного решения приводимой задачи необходимо применить теорему Кристоффеля-Шварца на комплексной плоскости [9, 12], согласно которой если на действительной оси задан ряд чисел $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ($\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_n$) то преобразование

$$\zeta = C_1 \int_0^w (w - \lambda_1)^{\alpha_1 - 1} (w - \lambda_2)^{\alpha_2 - 1} \dots (w - \lambda_n)^{\alpha_n - 1} dw + C_2 \quad (27)$$

отображает верхнюю часть $[\text{Im}(w) > 0]$ плоскости w на область многоугольника в плоскости ζ , не содержащую внутри себя точки $\zeta = \infty$, где C_1 и C_2 — комплексные постоянные, выбираемые произвольно.

Приводимое преобразование переводит действительную ось плоскости w в ломаную линию на плоскости ζ , отвечающую границам произвольного многоугольника (рис. 2). Точкам действительной оси $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ соответствуют вершины отображенного многоугольника $\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_n$, а действительным числам $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ — внутренние углы при этих вершинах.

Далее применяя конформное преобразование, отображающее многоугольник с двумя потенциальными контактами на плоскости ζ на верхнюю полуплоскость $\text{Im}(w) > 0$ комплексной плоскости $w = u + iv$, переходим к вытекающей краевой задаче:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial v^2} = 0, \quad (28)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial v} \Big|_{v=0} = 0, \quad u \in (-\infty, a_1) \cup (b_1, a_2) \cup (b_2, +\infty), \quad (29)$$

$$\varphi \Big|_{v=0} = \begin{cases} V_1, u \in (a_1, b_1), \\ V_2, u \in (a_2, b_2), \end{cases} \quad (30)$$

где a_1, b_1, a_2, b_2 — образы краев токовых контактов, принадлежащие действительной оси $v=0$.

Решение полученной задачи (28)-(30) реализуем, применяя теорему Келдыша-Седова [15, 16]. В результате получаем решение в виде интеграла:

$$\varphi(w) = \text{Re} \int_0^w \frac{A}{\sqrt{(w-a_1)(w-b_1)(w-a_2)(w-b_2)}} dw + B. \quad (31)$$

A, B — произвольные действительные постоянные.

Функция, определяющая конформное отображение верхней полуплоскости комплексной плоскости $[\text{Im}(w) > 0]$

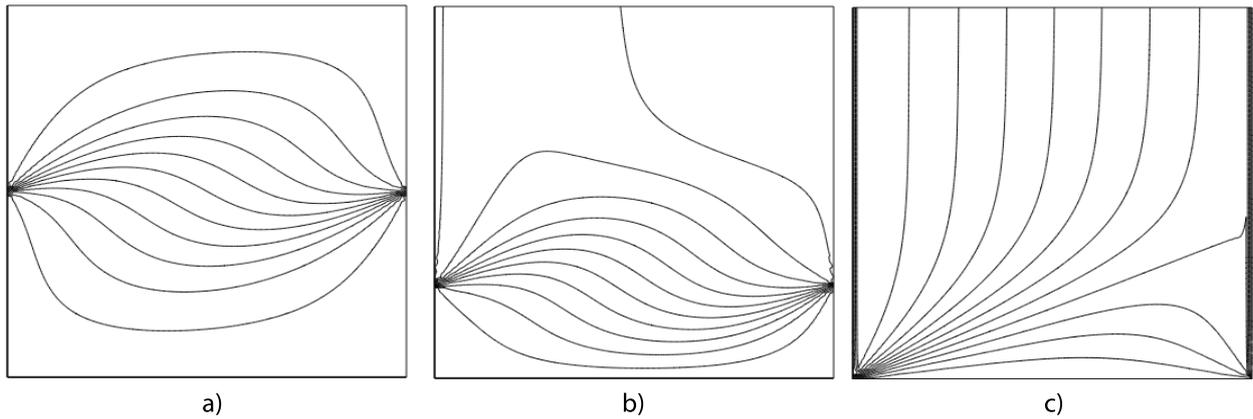


Рис. 3. Распределение токовых линий в случае $\Theta = \pi/8$ при различном положении токовых контактов: а) $b_1 = b_2 = b/2$, б) $b_1 = b_2 = b/4$, в) $b_1 = b_2 = 0$.

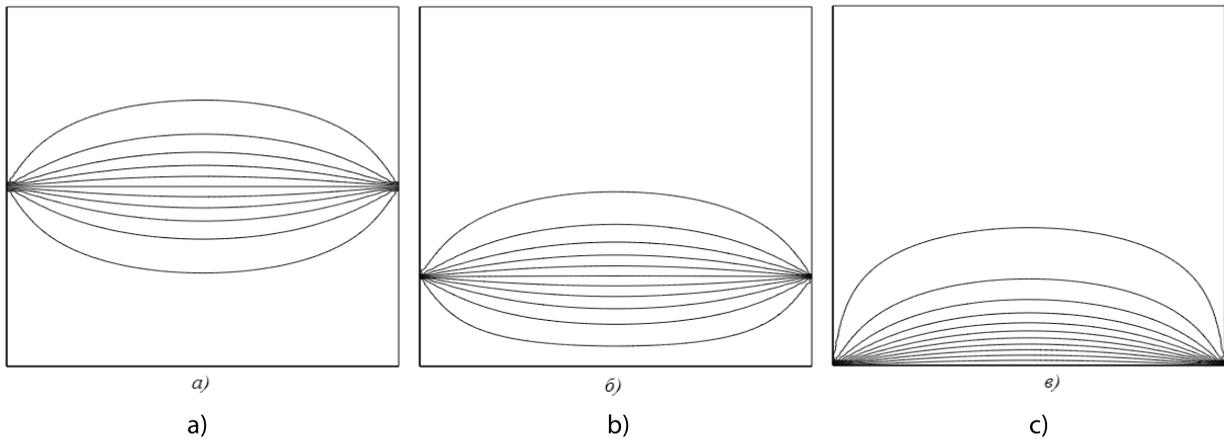


Рис. 4. Распределение токовых линий в случае $\Theta = 0$ при различном положении токовых контактов: а) $b_1 = b_2 = b/2$, б) $b_1 = b_2 = b/4$, в) $b_1 = b_2 = 0$.

на область многоугольника, описывается указанным выше интегралом Кристоффеля-Шварца (27). В работах [14, 15] показано применение рассмотренного здесь метода для определения электрического потенциала в образцах в конфигурации параллелограмма и треугольника.

Компьютерное моделирование и анализ решения

Недостатки метода основанного на применении конформных отображений связаны с необходимостью применения численных методов расчетов, сложностью их физической интерпретации и последующей обработки результатов расчета для представления распределения вектора плотности тока и его потока в анизотропной области. Довольно проблематично применение результатов численных расчетов к приложениям метрики полупроводников.

На рисунках 3, 4, представленных ниже, приведены результаты расчета распределений потока плотности тока (12 токовых линий) в анизотропных полупроводниках ($\sigma_1 = 10\sigma_2$) при следующих параметрах образца: $a=b, d=0.1b$, токовые контакты считаем точечными ($2c=0.02b$).

В основе теории описания расчета электрических полей успешно используется метод комплексных рядов Фурье. Однако, его применение накладывает ряд ограничений на полученное решение и области его применения к пластинам анизотропных полупроводников. Необходимо указать, что граничное условие на верхней и нижних границах полупроводника (рис. 1) заменяется использованием комплексных рядов, что вызывает ограничение точности получаемого решения для электрического потенциала при значительных па-

раметрах анизотропии σ_1/σ_2 и углах поворота Θ кристаллографических осей относительно граней образца.

Как показывают практические расчеты, величина погрешности вычислений плотности электрического тока и потенциала на основе применения комплексных рядов Фурье наименьшая (1–3%) в случае симметричного положения токовых электродов при $b_1 = b_2 = b/2$. При этом, получаемая погрешность не превышает 5%, если высота положения центров токовых контактов удовлетворяет условию $0.25b \leq b_i \leq 0.75b$, $i=1,2$. При положении токовых контактов на одной общей грани погрешность

расчета тока и потенциала по формуле (20) максимальна и может достигать 50% (в зависимости от угла поворота кристаллографических осей относительно граней образца), поэтому при таком расположении контактов следует выбирать метод конформных отображений. В случае если образец вырезан вдоль кристаллографических осей ($\Theta=0$) [17,18] выражение для расчета потенциала позволяет производить расчет с погрешностью, не превышающей 3% при произвольном положении токовых контактов на гранях образца. Полученное решение для потенциала в явном виде (20) весьма удобно для применения к проблемам метрики анизотропных материалов электроники, например [13, 19].

ЛИТЕРАТУРА

1. Маренкин С.Ф., Трухан В.М. Фосфиды, арсениды цинка и кадмия. — Минск: Вараскин, 2010.
2. Анизотропия проводимости в легированных монокристаллах Bi₂Te₃ / Н.А. Абдуллаев [и др.] // Физика и техника полупроводников. — 2009. — Т. 43, № 2. — С. 156–162.
3. Gate Tunable Supercurrent in Josephson Junctions Based on Bi₂Te₃ Topological Insulator Thin Films / Wei-Xiong Wu [et al] // Chinese Physics Letters. — 2021. — V. 38, № 3. — P. 037402.
4. Намагниченность композита Cd₃As₂ + (30%) MnAs при высоком давлении / Сайпулаева Л.А. [и др.] // Журнал технической физики — 2021. — Т. 91, № 11. — С. 1674–1677.
5. Магнитная анизотропия игольчатых монокристаллических включений MnSb в матрице InSb / Дмитриев А.И. [и др.] // Письма в журнал технической физики. — 2021. — Т. 47, № 10. — С. 46–49.
6. Синтез и исследование электрических свойств диарсенида трикадмия с наногранулами MnAs / Сайпулаева Л.А. [и др.] // Журнал технической физики. — 2020. — Т. 90, № 7. — С. 1128–1131.
7. Nye J.F. Physical Properties of Crystals: Their Representation by Tensors and Matrices. — New York, Oxford. — 1984.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. — М.: Физматлит, 2005.
9. Griffiths D.J. Introduction to Electrodynamics (4th ed.). — Boston, Mas.: Pearson. — 2013.
10. Назарова К.Ж., Турметов Б.Х., Усманов К.И. Об одной нелокальной краевой задаче с наклонной производной // Журнал Средневолжского математического общества. — 2020. — Т. 22, № 1. — С. 81–93.
11. Gonzalez de la Cruz G., Gurevich Y.G., Kucherenko V.V., Ramirez de Arellano E. On the magnetoresistance of finite semiconductors // Europhysics Letters . — 2001. — V. 53, № 4. — P. 539.
12. Korn G.A., Korn T.M. Mathematical Handbook for Scientists and Engineers. Definitions, Theorems, and Formulas for Reference and Review. — Dover Publications, Inc., New York. — 2001.
13. Filippov V.V., Bormontov E.N. Features of the electric-field distribution in anisotropic semiconductor wafers in a transverse magnetic field // Semiconductors. — 2013. — V. 47, № 7. — P. 884.
14. Бормонтов Е.Н., Хухрянский □.□., Бессарабов □.□. Двумерное распределение потенциала в анизотропных пластинах полигональной формы // Конденсированные среды и межфазные границы. — 1999. — Т. 1, № 4. — С. 315–320.
15. Khukhryanskij M. Yu. Modelling of the potential distribution in flat anisotropic semiconductor samples // Semiconductors. — 1996. — V. 30, № 9. — P. 814–816.
16. Mathews J.H., Howell R.W. Complex Analysis for Mathematics and Engineering. Jones and Bartlett Publishers. — Canada, Toronto. — 1997.
17. Phase transformations in II–V semiconductors under high pressure / Mollaev A.Y. [et al] // Semiconductors. — 2009. — V. 43, № 6. — P. 701.
18. Thermal Conductivity of Tetragonal Cadmium Diphosphide Crystals / Popov P.A. [et al] // Inorganic Materials. — 2018. — V. 54, № 3. — P. 237.
19. Filippov V.V., Mitsuk S.V. Modelling Magnetoresistance Effect in Limited Anisotropic Semiconductors // Chinese Physics Letters. — 2017. V. 34, № 7. — P. 077201.

КЛИНИКО-СОЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА С ОРГАНИЧЕСКИМИ ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ, ИМЕЮЩИХ СТАТУС ИНВАЛИДОВ И НАХОДЯЩИХСЯ НА СТАЦИОНАРНОМ ЛЕЧЕНИИ

Бейбалаева Тангюль Загировна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» МЗ РФ
tanguel23@gmail.com

CLINICAL AND SOCIAL CHARACTERISTICS OF PATIENTS OF WORKING AGE WITH ORGANIC MENTAL DISORDERS, WHO HAVE THE STATUS OF DISABLED PEOPLE AND ARE ON INPATIENT TREATMENT

T. Beybalaeva

Summary. This article presents the results of studying the level, dynamics and causes of disability in hospitalized patients of working age with organic mental disorders. Cases of specialized hospitalization of patients of working age (men 18–59 years old, women 18–54 years old) with an established diagnosis of an organic mental disorder (subcategories ICD-10 F04-F09) and the status of a disabled person were studied.

Keywords: organic mental disorders, disability, working age, hospitalization.

Аннотация. В данной статье представлены результаты изучения уровня, динамики и причин инвалидизации госпитализированных пациентов трудоспособного возраста с органическими психическими расстройствами. Были изучены случаи профильной госпитализации пациентов трудоспособного возраста (мужчин 18–59 лет, женщин 18–54 года), имеющих установленный диагноз органического психического расстройства (подрубрики МКБ-10 F04-F09) и статус инвалида.

Ключевые слова: органические психические расстройства, инвалидность, трудоспособный возраст, госпитализация.

Инвалидность трудоспособных контингентов является одним из основных показателей состояния здоровья населения [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения, по частоте инвалидизации психические заболевания являются третьей по распространенности причиной стойкой утраты трудоспособности [2].

Органические психические расстройства играют существенную роль в процессе увеличения случаев инвалидизации вследствие психических расстройств, что обусловлено их значительной распространенностью в популяции, хроническим, часто прогрессивным течением, стойкостью, появлением новых экзогенных

факторов, оказывающих влияние на состояние здоровья населения [3].

В соответствии с программой ВОЗ по охране психического здоровья деятельность по оказанию психиатрической помощи должна быть адаптированной к потребностям отдельных лиц и различных групп населения. Инвалиды вследствие органических психических расстройств нуждаются в решении проблем профилактики инвалидности, в связи с чем для разработки персонализированных программ медико-социальной реабилитации необходимо изучение медико-социальной характеристики инвалидности в разных группах больных [2,4,5].

Таблица 1. Численность и доля пациентов с группами инвалидности среди госпитализированных мужчин и женщин 18 лет и старше с органическими психическими расстройствами в 2000–2019 гг. в Республике Татарстан (в абс.ч. и%)

Годы	Инвалидность 1 гр.		Инвалидность 2 гр.		Инвалидность 3 гр.		Пациентов с инвалидностью всего	Доля пациентов с инвалидностью среди всех госпитализированных	
	Абс. ч.	%	Абс. ч.	%	Абс. ч.	%		Абс.	%
Оба пола									
2000–2019	599	3,5	16006	87,5	1562	9,0	17267	54,6	
2000–2009	348	3,5	8953	91,3	508	5,2	9809	53,2	
2010–2019	251	3,4	6153	82,5	1054	14,1	7458	56,5	
Мужчины									
2000–2019	366	3,4	9157	86,1	1103	10,5	10626	49,1	
2000–2009	192	3,3	5197	90,4	362	6,3	5751	45,3	
2010–2019	174	3,6	3960	81,2	741	15,2	4875	54,4	
Женщины									
2000–2019	233	3,5	5949	89,6	459	6,9	6641	66,6	
2000–2009	156	3,8	3756	92,5	146	3,7	4058	70,7	
2010–2019	77	3,0	2193	84,9	313	12,1	2583	61,0	

Таблица 2. Средний возраст госпитализированных пациентов трудоспособного возраста с органическими психическими расстройствами с группами инвалидности в 2000–2019 гг. в Республике Татарстан (в абс.ч. и%)

Группа инвалидности	Средний возраст (X)	Среднеквадратическое отклонение (σ)	Средняя ошибка средней величины (m)
1 группа	44,1	10,0	0,4
2 группа	42,0	10,4	0,08
3 группа	40,9	11,0	0,28

Научная новизна

В ходе выполнения работы был применён комплексный подход к выявлению особенностей инвалидизации пациентов трудоспособного возраста с органическими психическими расстройствами. Результаты исследования позволят разработать мероприятия по профилактике инвалидизации у пациентов трудоспособного возраста.

Цель исследования

Изучить уровни, динамику и причины инвалидизации госпитализированных пациентов трудоспособного

возраста с органическими психическими расстройствами.

Объект исследования: госпитализированные пациенты трудоспособного возраста (мужчины 18–59 лет, женщины 18–54 года), имеющие установленный диагноз органического психического расстройства (подрубрики МКБ-10 F04-F09) и статус инвалида.

Сплошным методом за 2000–2019 гг. были проанализированы случаи профильной госпитализации в Республике Татарстан пациентов трудоспособного возраста 18 лет и старше (мужчин 18–59 лет; женщин 18–54 лет) с органическими психическими расстрой-

Таблица 3. Структура госпитализированной заболеваемости пациентов трудоспособного возраста с органическими психическими расстройствами с инвалидностью 1–3 гр. в 2000–2019 гг. в Республике Татарстан (%)

Ранг	Инв. 1 гр.		Инв. 2 гр.		Инв. 3 гр.	
	Шифр по МКБ-Х	%	Шифр по МКБ-Х	%	Шифр по МКБ-Х	%
1.	F07.08	20,5	F07.08	24,8	F07.08	38,8
2.	F07.02	15,7	F06.28	9,6	F07.02	8,7
3.	F06.818	8,8	F07.02	8,4	F07.88	7,6
4.	F07.88	7,8	F07.88	7,6	F06.28	6,7
5.	F06.28	4,7	F06.819	4,5	F06.378	3,3
6.	F06.812	4,5	F06.818	4,2	F06.828	2,8
7.	F07.82	3,5	F06.29	4,2	F07.00	2,6
8.	F07.09	3,0	F07.09	2,8	F07.09	1,9
9.	F06.819	2,7	F06.828	2,0	F06.29	1,7
10.	F06.29	2,2	F06.812	1,8	F06.818	1,7
	Прочие	26,5	Прочие	30,1	Прочие	24,3
Итого		100		100		100

ствами (МКБ-Х, класс V — Психические расстройства и расстройства поведения; блок F00–F09– Органические, включая симптоматические, психические расстройства), имеющих инвалидность 1–3 групп.

За два десятилетия общее число госпитализаций изучаемого контингента составило 17267. Их доля среди всех госпитализированных пациентов трудоспособного возраста с органическими психическими расстройствами оказалась равной 54,6%, с различием у мужчин (49,1%) и женщин (66,6%) соответственно (табл. 1).

Средний возраст госпитализированных пациентов с инвалидностью оказался довольно молодым: у инвалидов 3 группы он составил $40,9 \pm 0,2$; 2 группы — $42,0 \pm 0,08$; 1 группы — $44,1 \pm 0,4$ лет, причем возраст инвалидов 1 группы оказался существенно выше такового по сравнению с 3 группой (табл. 2).

Большинство пациентов с инвалидностью проживали в городской местности (66,5%). Доля таковых преобладала среди инвалидов 1 гр. (77,5%), среди инвалидов 2 гр. и 3 гр. она составила 65,7% и 69,8% соответственно.

Наиболее распространенными формами органических психических расстройств среди изучаемого контингента явились заболевания из рубрик МКБ-10 F 06 и F07: F07.08 Расстройство личности в связи со смешанными заболеваниями, F07.02 Расстройство личности в связи с эпилепсией, F06.28 Бредовое (шизофреноподобное) расстройство в связи со смешанными заболеваниями (табл. 3).

ВЫВОДЫ

Пациенты, имеющие статус инвалидов, составили более половины среди всех госпитализированных пациентов трудоспособного возраста с органическими психическими расстройствами. Наиболее распространенными причинами инвалидности среди пациентов трудоспособного возраста с органическими психическими расстройствами, находящихся на стационарном лечении, явились заболевания из рубрик МКБ-10 F 06 и F07, что определяет данные заболевания как приоритетные для дальнейшего изучения с целью выявления предикторов инвалидизации.

Полученные данные подчеркивают актуальность вопроса инвалидности вследствие органических психических расстройств и будут полезны для прогноза, планирования и организации специализированной психиатрической и медико-социальной помощи экономически активному населению региона, системы реабилитации инвалидов трудоспособного возраста и профилактики стойкой утраты трудоспособности у данной категории пациентов.

Таким образом, в ходе выполнения работы был применён комплексный подход к выявлению особенностей инвалидизации пациентов трудоспособного возраста с органическими психическими расстройствами. Результаты исследования позволят разработать мероприятия по профилактике инвалидизации у пациентов трудоспособного возраста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бейбалаева Т.З., Яхин К.К. Актуальные вопросы инвалидности трудоспособного населения вследствие психических заболеваний // Неврологический вестник. — 2020. — № 3. — С. 63–69.
2. Трущелёв С.А., Кекелидзе З.И., Демчева Н.К. Инвалидность вследствие психических расстройств в Российской Федерации // Российский психиатрический журнал. 2019. No 3. С. 4–10. DOI: 10.24411/1560–957X-2019–11922
3. Амиров Н.Х., Яхин К.К. Физические факторы окружающей среды и психическое здоровье. Казань: Казанский гос. мед. ун-т. 2007; 193 с.
4. Демчева Н.К. Распространенность психических расстройств в РФ в 1991–2012 гг. // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2014. No 5. С. 3–12.
5. Доклад ФГБУ «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Состояние и динамика инвалидности взрослого населения Российской Федерации», 2019 г.

© Бейбалаева Тангюль Загировна (tanguel23@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Казанский государственный медицинский университет

СЕГМЕНТАРНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА (ЛЖ) У БОЛЬНЫХ, ПЕРЕНЕСШИХ НЕСТАБИЛЬНУЮ СТЕНОКАРДИЮ ПОКОЯ

SEGMENTAL ELECTRICAL ACTIVITY OF THE LEFT VENTRICLE (LV) IN PATIENTS WITH UNSTABLE REST ANGINA

P. Gazieva
A. Kallaeva
A. Osmanova
T. Gadzhieva
R. Guseynova
Z. Ataeva
H. Osmanova

Summary. The term "remodeling of the heart" was originally proposed to denote structural, geometric and functional changes of the LV that develop after a myocardial infarction (MI), including the formation of cardiomyocyte hypertrophy, dilation of the heart cavities, a change in the geometric shape of the LV, which leads to a violation of systolic and diastolic ventricular function. Subsequently, this term began to be used to denote the corresponding LV changes in other heart diseases accompanied by hemodynamic overload or primary damage to the heart muscle (chronic forms of coronary heart disease, ACS, hypertension, etc.)

Keywords: post-infarction remodeling, left ventricle, segmental electrical activity.

Газиева Патимат Алибековна

Старший лаборант, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
gra.89@mail.ru

Каллаева Абидат Нурулисламовна

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
abidat.kallaeva@mail.ru

Османова Аида Вахаевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
aida_osmanova_1907@mail.ru

Гаджиева Тутубича Абдурахмановна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
tami2006@yandex.ru

Гусейнова Резеда Камильевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
rezeda600512@mail.ru

Атаева Зульмира Наримановна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
kzn1957@mail.ru

Османова Халимат Ибрагимовна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
hr555999@gmail.com

Аннотация. Термин «ремоделирование сердца» первоначально был предложен для обозначения структурно-геометрических и функциональных изменений ЛЖ, развивающихся после перенесенного инфаркта миокарда (ИМ), в том числе формирование гипертрофии кардиомиоцитов, дилатации полостей сердца, изменение геометрической формы ЛЖ, что приводит к нарушению систолической и диастолической функции желудочков. В последующем этот термин стали использовать для обозначения соответствующих изменений ЛЖ и при других заболеваниях сердца, сопровождающихся гемодинамической перегрузкой или первичным повреждением сердечной мышцы (хронические формы ИБС, ОКС, АГ и т.д.).

Введение

Термин «ремоделирование сердца» первоначально был предложен для обозначения структурно-геометрических и функциональных изменений ЛЖ, развивающихся после перенесенного инфаркта миокарда (ИМ) и проявляющихся формированием гипертрофии кардиомиоцитов, дилатацией полостей сердца, изменением геометрической формы ЛЖ, что приводит к нарушению систолической и диастолической функции желудочков. В последующем данный термин стали использовать для обозначения соответствующих изменений ЛЖ и при других заболеваниях сердца, сопровождающихся гемодинамической перегрузкой или первичным повреждением сердечной мышцы (хронические формы ИБС, ОКС, АГ и т.д.)

Известно, что процесс постинфарктного и ишемического ремоделирования ЛЖ у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) лежит в основе формирования и прогрессирования хронической сердечной недостаточности (ХСН), что вместе со снижением коронарного резерва имеет решающее значение в определении ближайшего и отдаленного прогноза у этих больных [1,2,3]. Данный факт подчеркивает необходимость детального изучения процесса ишемического ремоделирования сердца у пациентов с ИМ или нестабильной стенокардией (НС).

Цель исследования

Оценить степень и распространенность ишемических повреждений сердечной мышцы у больных, перенесших НС покоя, в т.ч. оценить состояние ишемизированного, «гибернирующего» и интактного миокарда ЛЖ.

Материалы и методы

Исследование проводили с помощью автоматического многополюсного ЭКГ — картирования сердца на приборе «Prtdictor DSM — 32» (США) и оригинальной методики оценки сегментарной электрической активности сердечной мышцы, разработанной сотрудниками РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (г Москва). Динамика сегментарной электрической активности ЛЖ при первичном обследовании и через 12 месяцев наблюдения и лечения была изучена у 34 больных основной группы, перенесших тяжелые приступы НС покоя, и у 20 пациентов группы контроля. У всех 54 больных при поступлении в стационар были выявлены

Ключевые слова: постинфарктное ремоделирование, левый желудочек, сегментарная электрическая активность.

типичные электрокардиографические признаки выраженной ишемии миокарда передней стенки ЛЖ., у 22 пациентов при ЭХОКГ — исследовании определились выраженные признаки локальной гипокинезии передней стенки, преимущественно в области верхушки, боковой и передне-базальной стенки ЛЖ.

Для оценки сегментарной электрической активности ЛЖ нами была использована оригинальная прикладная программа BSPM Data Browser and Analyzer, разработанная доцентом РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Е.Н. Банзелюком [4,5].

Результаты

На рис. 1 показаны кривые активации отдельных сегментов ЛЖ (рис. 1), зарегистрированные у здорового пациента. Как видим, в норме сохраняется определенная последовательность формирования отдельных сегментов: вначале возбуждается МЖП, затем почти синхронно верхушечный, переднебоковой, нижний, передне-базальный и наконец, заднебазальный сегменты, причем время от максимального возбуждения верхушечной части (ВЧ) межжелудочковой перегородки (МЖП) до максимума возбуждения заднебазального сегмента (T max) в норме не превышает 22 мс. При этом, как и у авторов данной методики, в нашем исследовании наиболее значимый вклад в электрическую активность ЛЖ вносили верхушечный, боковой и нижний сегменты, максимальная амплитуда которых достигла 0,8–1,0 мВ. Характерно, что разница в достижении максимумов положительного потенциала этих сегментов не превышала 3,0–3,5 мс, что свидетельствовало о почти синхронном возбуждении и, вероятно, сокращении этих сегментов, что является одним из важных факторов сохранения нормальной насосной функции ЛЖ. На рисунке 1 видно, что амплитуда положительного потенциала остальных сегментов (МЖП, переднебазального и заднебазального) была существенно меньше и не превышала 0,3–0,4 мВ.

В таблице 1 представлены средние значения максимальной амплитуды (Amax) отдельных сегментов обеих сравниваемых групп, выявлялись типичные ЭКГ — картографические признаки ишемических изменений миокарда ЛЖ, в том числе связанные с последствиями перенесенных эпизодов НС.

Так, при регистрации ЭКГ — картограмм в покое в большинстве случаев в 1–2-х сегментах ЛЖ регистрировалось значительное локальное снижение электри-

Таблица 1. Временные и амплитудные показатели электрической активности отдельных сегментов ЛЖ у здоровых лиц

Сегменты ЛЖ	A_{max} , мВ	t_{max} , мс
ВЧ МЖП	$4,9 \pm 0,6$	$22,1 \pm 2,2$
Верхушка	$10,8 \pm 1,1$	$35,2 \pm 2,3$
Передне/базальный	$5,8 \pm 0,8$	$34,3 \pm 1,7$
Боковой	$10,7 \pm 0,8$	$36,4 \pm 2,5$
НЧ МЖП	$7,0 \pm 0,8$	$28,2 \pm 1,4$
Нижний	$10,6 \pm 0,7$	$37,2 \pm 2,5$
Задне/базальный	$3,4 \pm 1,3$	$40,3 \pm 2,6$

Примечание: A_{max} — максимальная амплитуда сегмента, t_{max} — время достижения максимальной амплитуды сегмента, ВЧ МЖП и НЧ МЖП — верхняя и нижняя части МЖП

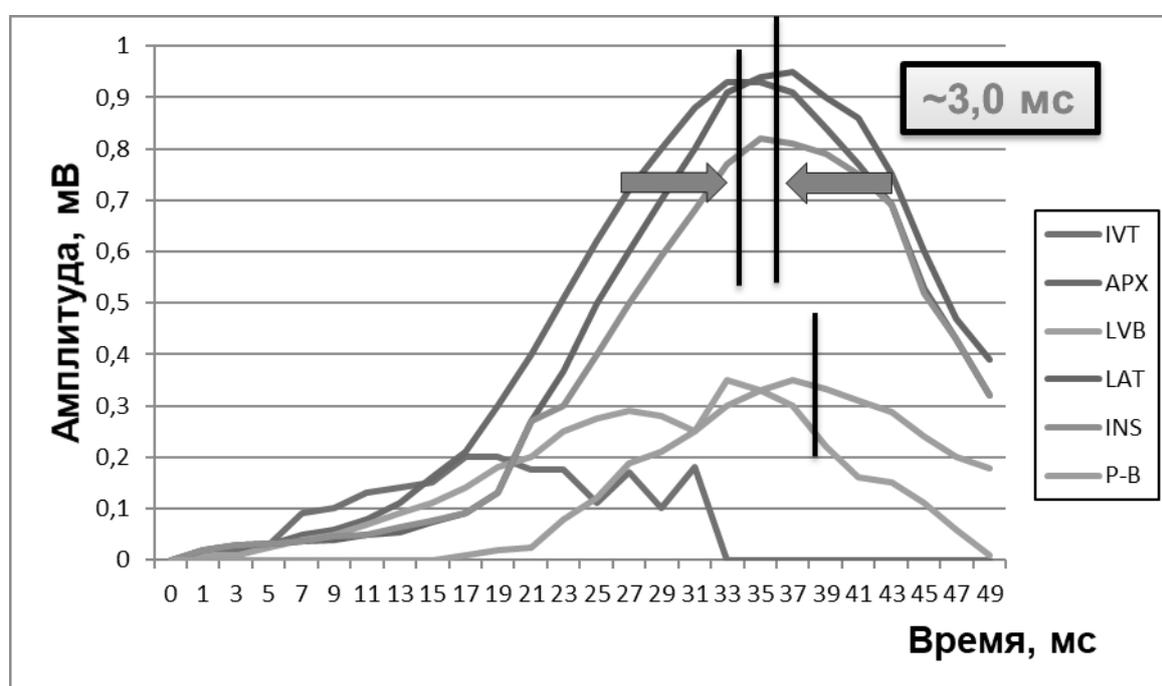


Рис. 1. Кривые сегментарной электрической активности ЛЖ, зарегистрированные у здорового человека (по Е.Н. Банзелюку, 2014, 15)

IVT — МЖП; APX — верхушка; LVB — переднебазальный сегмент; LAT — боковой сегмент; INS — нижний сегмент; P-B — заднебазальный сегмент

ческой активности миокарда в виде уменьшения максимальной амплитуды положительных потенциалов (A_{max}), отражающее наличие ограниченного участка хронической ишемии или фиброза сердечной мышцы [4,6,7].

Наиболее часто локальное снижение электрической активности (в среднем на 28–29% по сравнению с нормой ($p < 0,05$)) наблюдалось в верхней части МЖП, верхушечном, переднебазальном и/или боковом сегментах ЛЖ, причем локализация этих изменений, как

правило, соответствовала локализации зон нарушения перфузии миокарда, выявляемой при проведении однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ). При этом степень снижения средних значений A_{max} ишемизированных сегментов передней стенки ЛЖ у больных основной ($5,82 \pm 0,7$ мВ) и контрольной групп ($5,70 \pm 0,8$ мВ) была практически одинаковой ($p > 0,1$).

В остальных сегментах ЛЖ наблюдалось значительное увеличение электрической активности (в среднем

Таблица 2. Максимальная амплитуда сегментов левого желудочка (A_{max}) в мм у пациентов контрольной и основной групп (первичное исследование)

Сегменты ЛЖ	Норма	Группа контроля n — 16	Основная группа n — 18	P_{1-2}	P_{1-3}	P_{2-3}
	1	2	3			
ВЧ МЖП	4,9±0,6	4,3±0,4	4,2±0,3	нд	нд	Нд
Верхушка	10,8±1,1	6,9±0,8	7,5±0,8	<0,05	<0,05	Нд
Передне-базальный	5,8±0,8	4,3±0,5	4,0±0,6	нд	нд	Нд
Боковой	10,7±0,8	7,4±0,5	7,6±0,8	<0,01	<0,05	Нд
НЧ МЖП	7,0±0,8	9,3±0,9	8,3±0,8	<0,05	нд	Нд
Нижний	10,6±0,7	12,4±1,2	14,8±1,0	<0,05	<0,01	Нд
Задне-базальный	3,4±1,3	5,3±1,0	5,0±1,0	нд	нд	Нд
Все сегменты передней стенки	8,05±0,9	5,7±0,8 -29,2%	5,8±0,7 -27,9%	<0,05	<0,05	Нд
Все сегменты задней стенки	7,0±0,7	9,0±0,8 +28,6	9,4±1,0 +34,3%	<0,05	<0,05	Нд

на 28%; $p < 0,05$), что отражало, вероятно, возникновение компенсаторной гиперфункции и гипертрофии миокарда данных сегментов (таб. 2).

Сплошные линии отражают сегментарную активность у данного больного, пунктирные — у здоровых лиц. Красные стрелки — снижение электрической активности, синие стрелки — ее увеличение по сравнению с нормой.

На рис. 2. представлено изменение сегментарной электрической активности ЛЖ у больного 62 лет, перенесшего ИС покоя. Как видим, отмечается значительное снижение электрической активности верхушечного и бокового сегментов ЛЖ (сплошные линии) по сравнению со средними значениями электрической активности тех же сегментов у здоровых лиц (отмечено красными стрелками).

Важно отметить, что помимо описанного выше снижения электрической активности отдельных сегментов у данного больного наблюдалось (рис 3.) существенное увеличение максимальной амплитуды перегородочно-переднебазального, заднедиафрагмального (нижнего) и заднебазального сегментов ЛЖ (синие стрелки), что мы расценили как отражение компенсаторной гиперфункции интактного миокарда.

Сходные результаты были получены у 48 из 54 больных обеих сравниваемых групп, у которых были обнаружены разнонаправленные изменения электрической активности отдельных сегментов, что хорошо иллюстрирует рис. 4., в котором синие столбики схематически отражают электрическую активность ишемизированных сегментов передней стенки ЛЖ (слева) и «интактных» сегментов, преимущественно задней и ниже-диафрагмальной стенок ЛЖ (справа), в кото-

рых определялось компенсаторное увеличение электрической активности. Для наглядности рядом показана сегментарная активность обеих стенок ЛЖ в норме [6,8].

Интересные результаты были получены нами при регистрации сегментарной электрической активности ЛЖ при выполнении больными небольшой физической нагрузки на велоэргометре (ВЭМ) (около 25–50Вт в течение 2–3-х минут). На фоне такого нагрузочного теста у больных, перенесших ИС покоя, наблюдались разнонаправленные изменения. У 42 из 54 пациентов (64,7%) в сегментах с исходно сниженной электрической активностью выявлялось существенное увеличение максимальной амплитуды положительных потенциалов по сравнению с исследованием в покое (в среднем на 24–25%; $p < 0,05$), что на наш взгляд, свидетельствовало о сохранении в этом ишемизированном участке жизнеспособного (гибернирующего) миокарда (рис 5).

Этот ЭКГ — картографический феномен авторы обозначили условным термином «электрическая гибернация» миокарда ЛЖ. По мнению Р.Г. Бакаева, феномен «электрическая гибернация» является ЭКГ — картографическим «эквивалентом» жизнеспособного, гибернирующего миокарда, хотя справедливость такой трактовки требует дополнительных доказательств [9,10].

В других сегментах ЛЖ, в которых в покое определялось как увеличение, так и снижение электрической активности, при проведении нагрузочного теста выявлялось значительное уменьшение максимальной амплитуды положительных потенциалов (в среднем на 20%), что нередко сопровождалось значимой депрессией сегмента RST на ЭКГ и указывало на развитие стресс индуцированной ишемии миокарда даже на фоне небольшой физической нагрузки. Данные

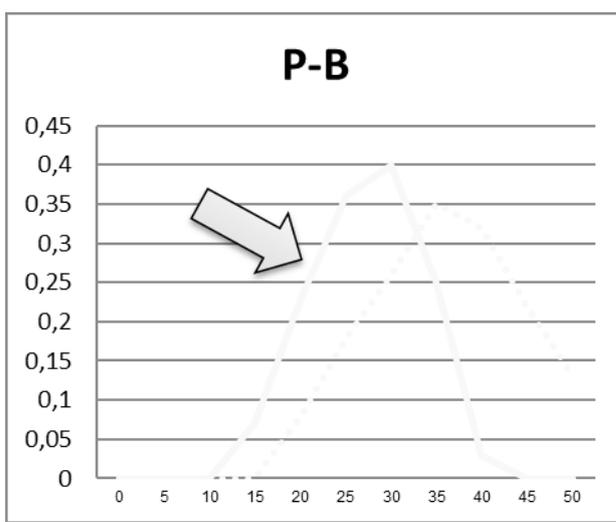
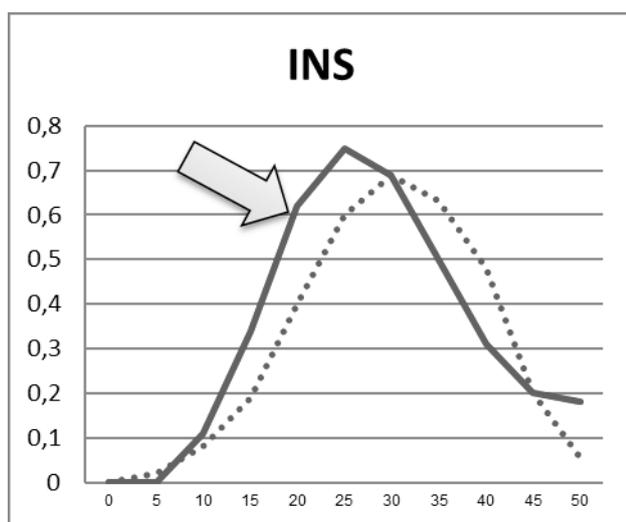
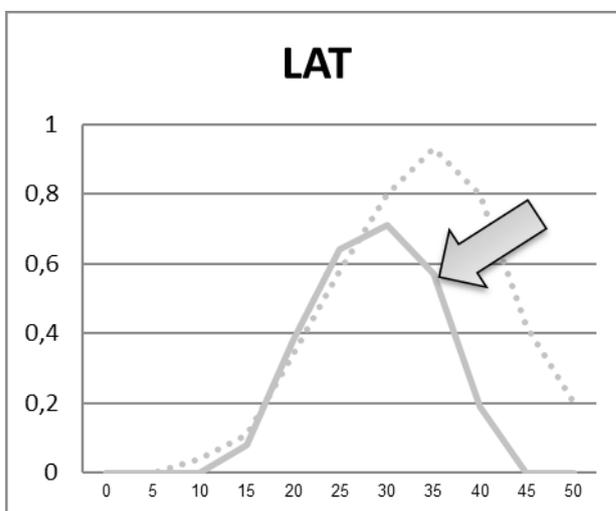
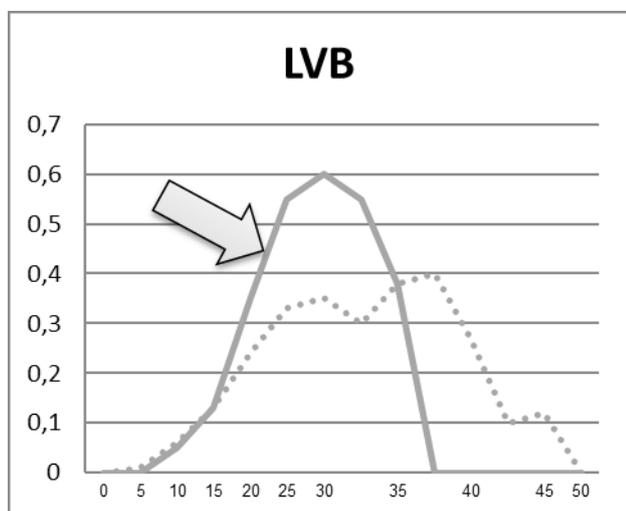
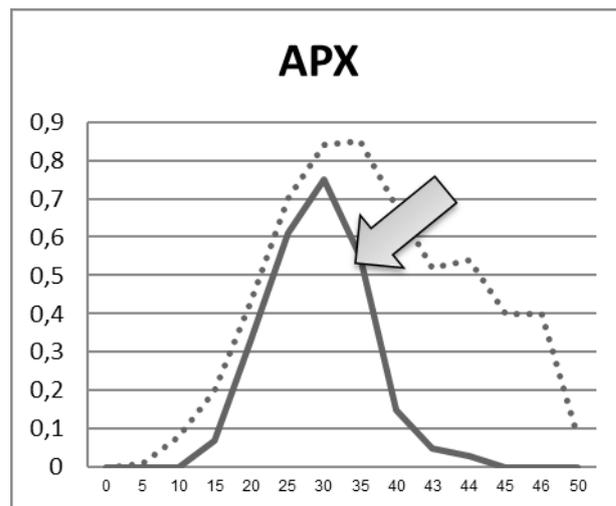
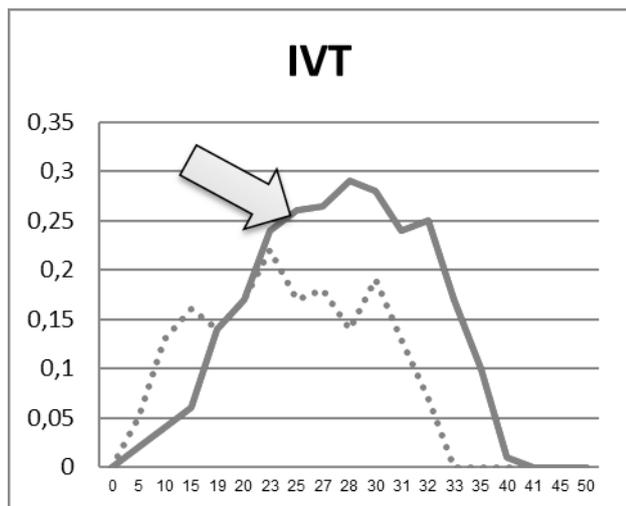


Рис. 2. Изменение сегментарной электрической активности ЛЖ у больного Н., 62 лет, перенесшего тяжелый приступ НС покоя (первичное исследование).

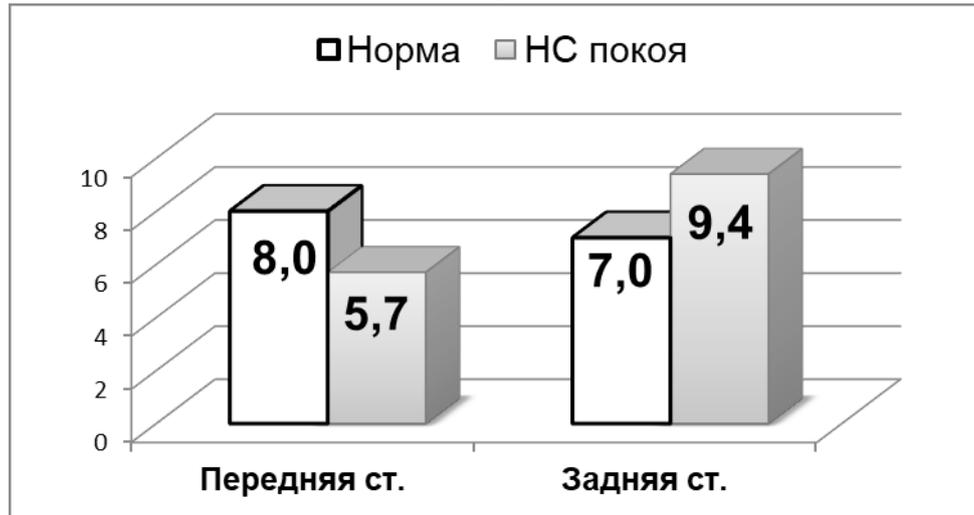


Рис. 3. Средние значения максимальной электрической активности ишемизированных сегментов передней стенки (слева) и «интактных» сегментов задней стенки ЛЖ (справа)
Синие столбики — больные, перенесшие НС покоя, белые столбики норма.

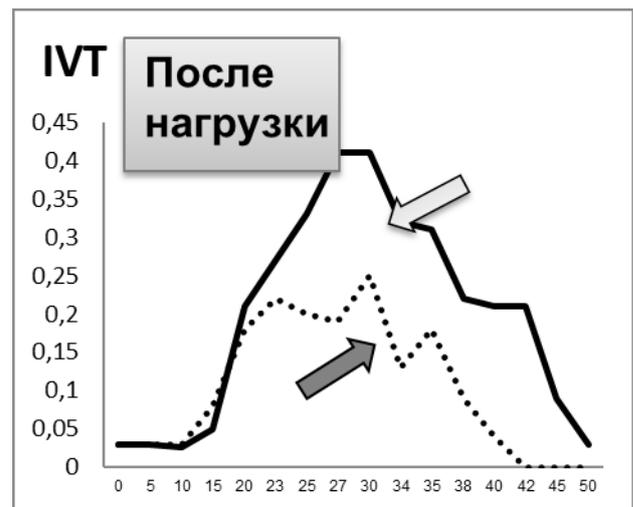
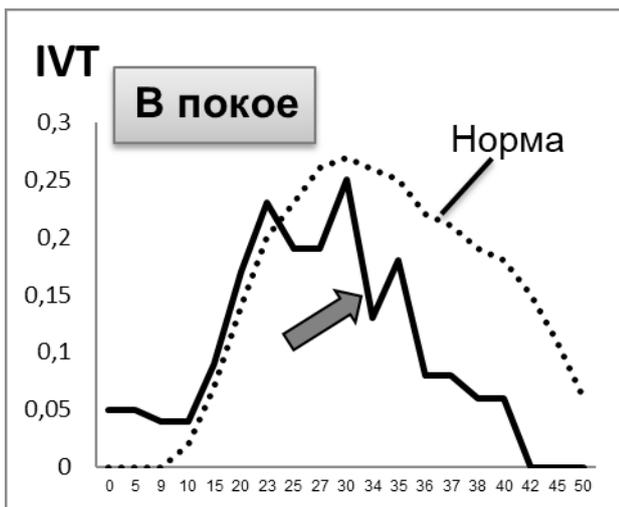


Рис. 4. Увеличение электрической активности сегмента после физической нагрузки (феномен «электрической гибернации»)

Красные стрелки — сегментарная активность, зарегистрированная в покое, синяя — после нагрузки

изменения выявлялись у 24 из 54 пациентов (47%), и, как правило, совпадали с результатами нагрузочной ОФЭКТ.

На рис. 5 представлены кривые электрической активности переднебазального сегмента ЛЖ, зарегистрированные у больной 54 лет в покое (слева) и после небольшой физической нагрузки (справа). В покое максимальная амплитуда сегмента превышала норму, что вероятно отражало компенсаторную гиперфункцию миокарда этой области. После физической нагрузки

было зарегистрировано резкое снижение максимальной амплитуды сегмента, что свидетельствовало о возникновении у больной стресс-индуцированной ишемии миокарда передней стенки ЛЖ [10,11,12.].

Обсуждение

Острый и хронический дефицит кровоснабжения в миокарде, как известно, ведёт к процессу его ишемического ремоделирования и формированию хронической сердечной недостаточности (ХСН), что значитель-

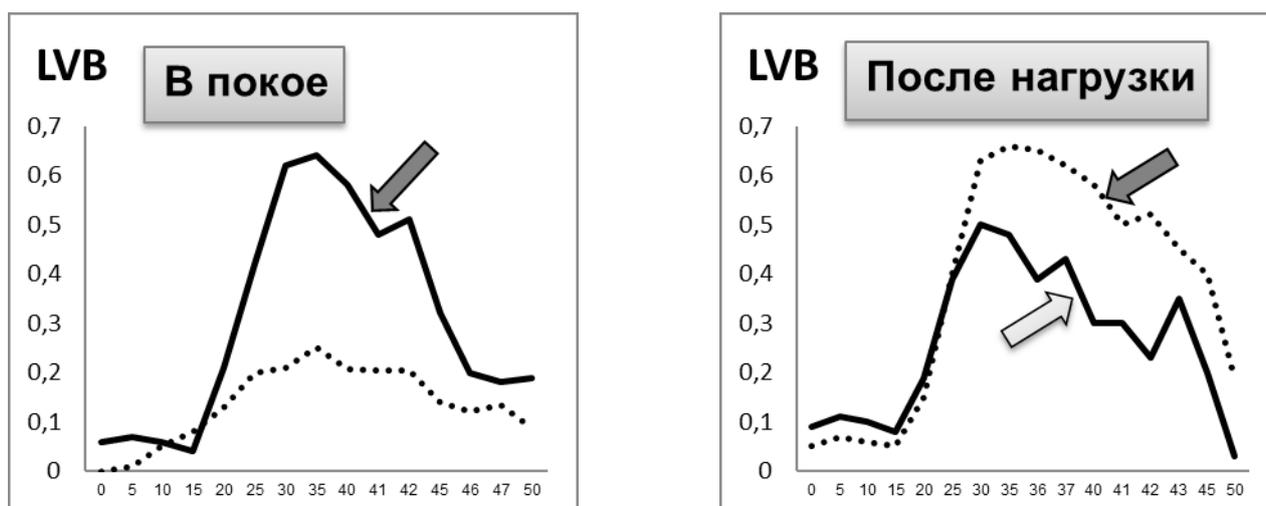


Рис. 5. Уменьшение электрической активности сегмента после физической нагрузки (феномен «стресс-индуцированной ишемии») у больной О. 54 лет, перенесшей НС покоя
Красные стрелки — сегментарная активность, зарегистрированная в покое, синяя — после нагрузки.

но усугубляет прогноз и качество жизни пациентов. В соответствии с результатами научных исследований, нарушение перфузии миокарда приводит к развитию состояний, называемых оглушенным и гибернирующим миокардом [11,12,13]. Пациенты с большим количеством гибернирующего миокарда имеют лучшие клинические исходы (меньшую смертность, меньшую частоту ИМ и госпитализаций по поводу сердечно-сосудистых заболеваний [13].

Для выявления жизнеспособности миокарда большое значение имеют диагностические тесты, а именно эхокардиография, стресс эхокардиография с добутамином, МРТ сердца с контрастированием и др. Автоматическое многополюсное ЭКГ — картирование сердца с использованием методики оценки сегментарной электрической активности в представленном нами исследовании использовалось для оценки состояния миокарда у больных с НС покоя, что позволило выявить ряд важных особенностей. В частности, установлены типичные ЭКГ — картографические признаки ишемических изменений миокарда ЛЖ, в том числе, участки хронической ишемии и фиброза, соответствующие локализации зон нарушения перфузии миокарда. В ряде сегментов ЛЖ наблюдалось значительное увеличение электрической активности (в среднем на 28%) ($p < 0,05$), что, вероятно, отражало возникновение компенсаторной гиперфункции и гипертрофии миокарда.

При выполнении небольшой физической нагрузки на ВЭМ у больных, перенесших НС покоя, наблюдались разнонаправленные изменения. В большинстве случаев (64,7%) в сегментах с исходно сниженной электрической

активностью выявлялось статистически значимое ($p < 0,05$) увеличение максимальной амплитуды положительных потенциалов по сравнению с исследованием в покое, что, на наш взгляд, свидетельствует о сохранении в этом ишемизированном участке жизнеспособного (гибернирующего) миокарда. По мнению авторов методики оценки сегментарной электрической активности, обозначивших данный ЭКГ — картографический феномен условным термином «электрическая гибернация», «электрическая гибернация» является ЭКГ — картографическим «эквивалентом» жизнеспособного, гибернирующего миокарда, хотя справедливость такой трактовки требует дополнительных доказательств [9,10.]. Научные данные о состоянии миокарда при нестабильной стенокардии свидетельствуют, что при ней чаще встречается гибернация миокарда. Концепция миокардиальной гибернации рассматривает наблюдаемое снижение сократительной функции не как результат продолжающегося энергетического дефицита, а как адаптивное подавление, которой служит для поддержки целостности и жизнеспособности миокарда.

Существует точка зрения, что пациенты с гибернирующим миокардом должны быть выявлены и подвергнуты реваскуляризации [13]. Не исключается возможность и фармакологического усиления адаптивных реакций на ишемию, что может отсрочить надвигающийся инфаркт миокарда. Если гибернацию миокарда не обратить вспять за счёт улучшения кровотока или снижения потребности миокарда в кислороде, то она связана с повреждением клеток, рецидивирующей ишемией и инфарктом миокарда, сердечной недостаточностью и, в конечном счете, смертью.

У 47% пациентов с НС при проведении нагрузочного теста на ВЭМ выявлялось значительное уменьшение максимальной амплитуды положительных потенциалов (в среднем на 20%), что нередко сопровождалось значимой депрессией сегмента RST на ЭКГ и указывало на развитие стресс индуцированной ишемии миокарда даже на фоне небольшой физической нагрузки. Таким образом, учитывая высокую чувствительность и специфичность комплексного анализа интегральной и сегментарной электрической активности ЛЖ при выявлении ишемии миокарда можно использовать этот метод для определения прогноза дальнейшего течения ИБС у больных с НС и «не-Q-МИ».

Выводы. Результаты, полученные в рамках настоящего исследования, свидетельствуют, что у большинства пациентов, перенесших тяжелые приступы НС, выявляются несколько важных признаков ишемических нарушений электрического поля сердца (ЭПС):

1. Локальное снижение электрической активности, выявляемое в покое обусловлено наличием

участков хронической ишемии или фиброзных изменений миокарда этой области (у 85,3% больных обеих групп);

2. Увеличение электрической активности некоторых сегментов ЛЖ, регистрируемое у больных в покое до проведения нагрузочного теста обусловлено характерной компенсаторной гиперфункцией относительно интактного миокарда;
3. Значительное уменьшение электрической активности сегментов после небольшой физической нагрузки отражает возникновение преходящей стресс-индуцированной ишемии миокарда;
4. Умеренное увеличение на фоне нагрузочного теста электрической активности ишемизированного сегмента, вероятно, косвенно отражает реакцию жизнеспособного (гибернирующего) миокарда на небольшую физическую нагрузку, тахикардию и увеличение активности симпатoadренальной системы (САС) (феномен электрической гибернции у 64,7% пациентов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Беленков Ю.Н. Ремоделирование левого желудочка: комплексный подход // Журнал Сердечная недостаточность. — 2002. — № 4 (14). — С. 161–163.
2. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., Шурупова И.В., Ключников И.В., Каралкин А.В. Возможности радионуклидных методов в оценке жизнеспособности миокарда у больных ишемической болезнью сердца // Радиационная онкология и ядерная медицина. — 2011. — Т. 2. — С. 55–70.
3. Бокерия Л.А., Бузиашвили Ю.И., Ключников И.В. и др. Ишемическое ремоделирование левого желудочка. — М., 2002. — 151 с.
4. Банзелюк Е.Н. Информативность оценки сегментарной электрической активности методом поверхностного ЭКГ-картирования при хронических формах ИБС и некоронарогенных поражениях миокарда // Автореф. дисс.канд. — М.; 2014–24 с.
5. Глазунов А.Б., Струтынский А.В., Вахромеева М.Н., Банзелюк Е.Н. ЭКГ-картографическое выявление очаговых нарушений перфузии и жизнеспособного миокарда у пациентов с различными формами ИБС // Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2008, 7(6). Приложение 1, С. 89.
6. Беленков Ю.Н., Саидова М.А. Оценка жизнеспособности миокарда: клинические аспекты, методы исследования // Кардиология. — 1999. — № 1 — С. 6–13.
7. Агмадова З.М. Ремоделирование и электрическая нестабильность миокарда у больных с различными формами нестабильной стенокардии // Автореф. дисс.канд., М., 2012. — 23 с.
8. Бузиашвили Ю.И., Асымбекова Э.У., Мацкепшвили С.Т. Диагностика обратимой дисфункции миокарда у больных ИБС по данным стресс-эхокардиографии // Грудная и серд.-сосуд. хирургия-1999-№ 6-С.68–80.
9. Васюк Ю.А., Хадзегова А.Б., Ющук Е.Н. и др. Гибернирующий миокард и процессы постинфарктного ремоделирования левого желудочка. Сердечная недостаточность 2001; 2(4): 23–28.
10. Саидова М.А. Современные методы диагностики жизнеспособного миокарда // Кардиология. — 2005. — Т. 45, № 9. — С. 47–54.
11. Сидоренко Б.А., Преображенский Д.В. «Спящий миокард» и «оглушенный миокард» как особые формы дисфункции левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца // Кардиология. 1997. — № 2. — С. 98–101.
12. Струтынский А.В., Глазунов А.Б., Банзелюк Е.Н. Современные методы диагностики электрической нестабильности и негомогенности миокарда // Сердце: журнал практикующих врачей — 2010;9(6):368–374.
13. Egidio G., Nichol G., Williams K.A. Increasing benefit for revascularization is associated with increasing amounts of myocardial hibernation: a substudy of the PARR-2; JACC Cardiovasc Imaging .2009;1060–1068.
14. Agmadova Z.M., Kallaeva A.N. Features of electrical instability of a myocardium at patients with various forms of an unstable angina // Book of abstracts 14th Congress of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology (ISHNE2011) — Moscow — 2011 — P. 182.
15. Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю. Сердечно-сосудистый континуум // Сердечная недостаточность 2002 — № 1 — С. 7–11.
16. Васюк Ю.А. Возможности и ограничения эхокардиографического исследования в оценке ремоделирования левого желудочка при ХСН // Журнал Сердечная недостаточность. — 2003. — № 2 (18). — С. 107–110.
17. Васюк Ю.А., Козина А.А., Ющук Е.Н. и др. Особенности диастолической функции и ремоделирования левого желудочка у больных артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца // Журнал Сердечная недостаточность, 2003 — № 20(4). — С. 190–192.

18. Вахрамеева М.Н., Вахрамеева А.Ю. Радионуклидные методы в оценке эффективности альтернативных технологий реваскуляризации миокарда. // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова, 2008. — Т. 3, № 1. — С. 108–113.
19. Вахрамеева М.Н., Вахрамеева А.Ю. Диагностика гибернированного миокарда с помощью синхронизированной однофотонной эмиссионной томографии у больных с постинфарктными аневризмами левого желудочка // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. 2018. — № 2. — С. 108–110.
20. Глазунов А.Б. Диагностические и прогностические возможности многополюсного автоматического поверхностного ЭКГ-картирования при коронарогенных и некоронарогенных поражениях миокарда // Автореф. дисс. докт. М.: 2012.
21. Глазунова С.И. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы, нарушений вегетативной регуляции и электрической активности миокарда ЛЖ у женщин с климактерическим синдромом. // Автореф. дисс. канд. М., 2012. — 23 с.
22. Ильиных Д.Л. Электрическое ремоделирование миокарда у больных инфарктом миокарда в раннем реабилитационном периоде (клинико-функциональное исследование): дис. канд. мед. наук Челябинск, 2002–145с.
23. Каллаева А.Н. Возможности выявления электрической гетерогенности миокарда у больных с желудочковыми аритмиями при многополюсном поверхностном ЭКГ-картировании сердца // Международный медицинский журнал, 2004. — № 2. — С. 17–21. (Струтынский А.В., Глазунов А.Б., Банзелюк Е.Н., Каллаева А.Н.).
24. Лавров А.Г. Диагностика гибернирующего миокарда и прогностические аспекты коронарной эндоваскулярной и консервативной тактики лечения больных с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST и стабильной стенокардией. // Автореф. дисс. канд. Томск, 2006. — 21 с.
25. Седов В.П., Алехин М.Н., Божьев А.М. Стресс-эхокардиография с добутамином // Кардиология. 1997. — № 7. — С. 96–102.
26. Струтынский А.В., Глазунов А.Б., Бакаев Р.Г., Банзелюк Е.Н. и соавт. Возможности многополюсного поверхностного ЭКГ-картирования сердца и ЭхоКГ в выявлении электрической гетерогенности миокарда у больных ИБС и ХЛС с ЖА // Сердце: журнал практикующих врачей — 2008; 7(5): С. 294–8.
27. Струтынский А.В., Каллаева А.Н., Банзелюк Е.Н., Газиева П.А. Влияние длительной терапии лизиноприлом и карведилолом на процесс ишемического ремоделирования левого желудочка у больных, перенесших нестабильную стенокардию покоя // Сердечная недостаточность 2015 — № 4 — С. 224–233.2. Afridi I., Kleiman N.S., Raizer A.E., Zoghbi W.A. Dobutamine echocardiography in myocardial hibernation. Optimal dose and accuracy in predicting recovery of ventricular function after coronary angioplasty // Circulation. — 1995. -Vol. 91. -P. 663–670.
28. Bolognese L., Cerisano G. Early predictors of left ventricular remodeling after acute myocardial infarction // Amer. Heart J. — 1999. — Vol. 138. — P. 79–83.
29. Bolli R., Marban E. Molecular and cellular mechanisms of myocardial stunning // Physiol. Reviews. — 2001. — Vol. 79. — № 2. — P. 609–634.
30. Braunwald E., Antman E.M., Beasley J.W. et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with unstable angina and non-ST-segment elevation myocardial infarction. A report of the American College of Cardiology. American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Patients With Unstable Angina) // J Am Coll Cardiol. — 2000. № 36. — P. 970–1062.
31. Braunwald E, Kloner RA. The stunned myocardium: prolonged, postischemic ventricular dysfunction. // Circulation. — 1982. — № 66(6). — 1146–1149. doi: 10.1161/01.cir.66.6.1146.
32. Braunwald E., Morrow D.A. Unstable angina: is it time for a requiem? // Circulation. — 2013. — vol. 127. — № 24. PP. 2452–2457. doi: 10.1161/circulationaha.113.001258.
33. Ganau A., Devereux R.B., Roman M.J. et al. Patterns of the left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension // J. Am Coll Cardiol- 1992-№ 19-P. 1550–1558.

© Газиева Патимат Алибековна (gra.89@mail.ru), Каллаева Абидат Нурулисламовна (abidat.kallaeva@mail.ru),

Османова Аида Вахаевна (aida_osmanova_1907@mail.ru), Гаджиева Тутубича Абдурахмановна (tami2006@yandex.ru),

Гусейнова Резеда Камильевна (rezeda600512@mail.ru), Атаева Зульмира Наримановна (kzn1957@mail.ru), Османова Халимат Ибрагимовна (hr555999@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

К ВОПРОСУ ЛЕЧЕНИЯ ВЫВИХОВ АКРОМИАЛЬНОГО КОНЦА КЛЮЧИЦЫ.

ON THE ISSUE OF TREATMENT OF DISLOCATIONS OF THE ACROMIAL END OF THE CLAVICLE.

**M. Ganiev
A. Ataev
N. Kallaev
R. Osmanov
N. Mirzoev
A. Ogurliev
A. Magaramov**

Summary. Mathematical modeling and biomechanical substantiation of the use of the acromioclavicular joint were carried out.

61 patients with dislocations of the acromial end of the clavicle, who were engaged in the implementation of the treatments implemented by the authors, were treated. Analysis of the results of treatment showed that the use of the methods proposed by the authors reliably allows you to securely fix the acromial end of the clavicle in the reduced treatment for the entire period of treatment.

Keywords: dislocation, acromioclavicular joint, osteosynthesis, fixation.

Ганиев Магомедрауф Хадиевич

К. м. н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)
tagomedg21@mail.ru

Атаев Алевдин Рашитханович

Д. м. н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)

Каллаев Нажмудин Омаркадиевич

Д. м. н., профессор, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)

Османов Расим Тельманович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)

Мирзоев Назим Эмирович

К. м. н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)

Огурлиев Алим Пахрудинович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)

Магарамов Абдулла Магарамович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)

Аннотация. Проведено математическое моделирование и биомеханическое обоснование принципов стабилизации акромиально — ключичного сустава.

Пролечен 61 больной с вывихами акромиального конца ключицы, которым применены разработанные авторами способы лечения. Анализ результатов лечения показал, что применение предложенных авторами способов позволяет надежно фиксировать акромиальный конец ключицы во вправленном положении на весь период лечения.

Ключевые слова: вывих, акромиально- ключичный сустав, остеосинтез, фиксация.

Актуальность

Вывихи акромиального конца ключицы относятся к распространенным повреждениям плечевого пояса и составляют 12,5–26,1% от травматических вывихов. Встречаются они преимущественно у лиц молодого и трудоспособного возраста, от 20 до 45 лет. (2,4,10)

Своеобразие анатомо-физиологических особенностей акромиально — ключичного сустава заключается в том, что он является связующим звеном между туловищем и верхней конечностью, обеспечивающих свободу и диапазон движений в плечевом суставе.

Повреждения акромиально — ключичного сустава нередко приводит к значительным нарушениям функ-

ции конечности. К этому следует добавить, что наличие небольших суставных поверхностей, воздействие на дистальный конец ключицы двух взаимнопротивоположных сил (тяги трапецевидной мышцы вверх и веса верхней конечности вниз), постоянные дыхательные экскурсии грудной клетки, передающие в область надплечья, вызывают определенные трудности при лечении данной патологии.

Существуют множество классификаций вывихов акромиального конца ключицы. Наиболее широко пользуются в настоящее время классификациями Tossy et Rockwood.

Известны более двухсот способов лечения вывихов акромиального конца ключицы. Касаясь истории лечения вывихов акромиального конца ключицы, еще Нуррократ предложил поднимать плечо и надавить на ключицу сверху вниз для вправления вывиха. Надо сказать, что насколько легко вправить, настолько трудно удержать вправленный конец ключицы.

Основным недостатком консервативного метода лечения является то, что ни одна из предложенных повязок и шин не обеспечивают стабильности вправленного конца ключицы на срок, необходимый для сращения поврежденного связочного аппарата. (8,9)

Вопрос о выборе метода лечения вывихов акромиального конца ключицы обсуждался еще в 1928 г. на заседании хирургического общества в г. Лионе, где был в качестве приоритетного рекомендован оперативный метод лечения по той причине, что при не вправленном вывихе остается неполноценность руки. (1)

Оперативные вмешательства можно подразделить на 4 основных направления:

1. Фиксация акромиально-ключичного сустава металлоконструкциями;
2. Операции на восстановление связочного аппарата акромиально-ключичного сустава
3. Комбинированные методы оперативного лечения;
4. Аппаратные способы фиксации акромиально-ключичного сочленения. (5,7)

Анализ литературных данных показывает, что до настоящего времени нет оптимального, надежного и признанного большинством хирургов способа лечения вывихов акромиального конца ключицы.

Наличие большого количества способов лечения вывихов акромиального конца ключицы с очевидностью предполагает, что выбор способа лечения должен осуществляться в каждом конкретном случае.

Из вышеизложенного вытекают два следствия:

1. Процесс лечения должен строиться с учетом степени тяжести повреждения связок и общего состояния больного;
2. Метод лечения должен быть менее травматичным, позволяющим совместить периоды фиксации и реабилитации путем раннего начала функционального лечения, а также лечить больных с данной патологией в амбулаторных условиях.

Различная степень повреждения связочного аппарата акромиально — ключичного сустава приводит к разной величине смещения наружного конца ключицы, что имеет не только диагностическое значение, но и определяет тактику лечения.

Цель

Проведение математического моделирования для определения оптимальных биомеханически обоснованных методов стабилизации акромиально-ключичного сустава.

Материал и методы

Для изучения зависимости смещения акромиального конца ключицы от степени повреждения связочного аппарата был выполнен анатомо-биомеханический эксперимент на 4 трупах взрослых людей обоих полов (исследовано 8 акромиально-ключичных суставов) и проведены теоретические расчеты равнодействующих сил, удерживающих ключицу в правильном положении.

Ключица обнажалась на всем протяжении. Для изучения смещения акромиального конца ключицы в горизонтальной плоскости до отсечения прикрепляющих к ключице мышц устанавливались две метки: одна на акромионе отступая на 1 см латерально от суставного края, и вторая — отступая на 1 см медиально от суставного края акромиального конца ключицы. Метки устанавливались по продольной оси ключицы. Чтобы смещение акромиального отростка под весом конечности не искажало данных измерений, последняя фиксировалась. Смещающая сила, действующая на акромиальный конец ключицы в обеих плоскостях, была одинаковой и постоянной, равной 40Н. Амплитуда смещения акромиального конца ключицы измерялось во фронтальной плоскости — расстояние от нижней поверхности ключицы до нижней поверхности акромиона, в горизонтальной плоскости — расстояние от точки исходного положения ключицы до точки ее положения после смещения в результате отсечения прикрепляющих к ней мышц и связок.

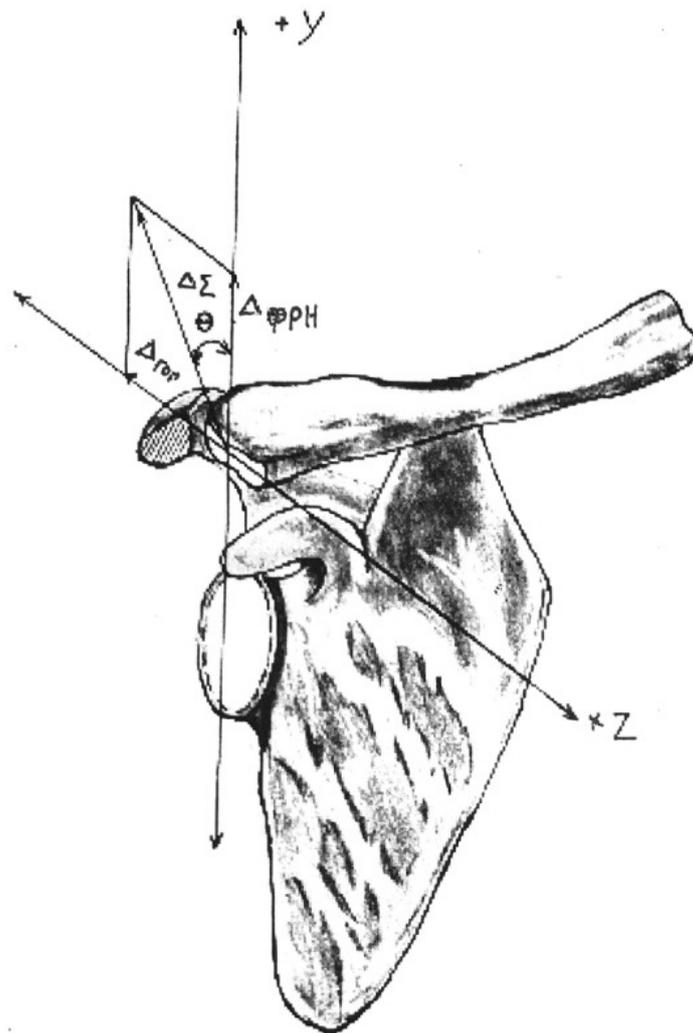


Рис. 1. Схема определения угла наклона фактического смещения акромиального конца ключицы.

Измерения проводились в такой последовательности: исходное, после отсечения мышц, рассечения акромиально-ключичных связок, трапецевидной и конусовидной связок. Определив значения величин смещения акромиального конца ключицы в горизонтальной ($\Delta_{гор} = 17-20$ мм) и фронтальной ($\Delta_{фрн} = 44-47$ мм) плоскостях, мы вычислили величину угла наклона фактического смещения акромиального конца ключицы, которая оказалась равной значению тангенса угла θ ; $\operatorname{tg} \theta = \Delta_{гор} / \Delta_{фрн} = 17...20 / 44...47 = 0,3617...0,4545$, что соответствует значению угла $\theta = 20^{\circ}...25^{\circ}$.

Полученные исследования показали:

а) после повреждения связок направление сил, действующих на ключицу и акромиальный отросток, направлено под прямым углом к продольной оси акромиально-ключичного сустава;

б) направление суммарной силы, необходимой для надежной фиксации ключицы во вправленном положении, должно совпасть с направлением продольной оси сустава, т.е. проходить под углом $20^{\circ}-25^{\circ}$ к оси ключицы во фронтальной плоскости и под углом $10^{\circ}-15^{\circ}$ назад в горизонтальной плоскости.

Это определяет выбор оптимального угла направления проведения фиксатора для удержания ключицы во вправленном положении, который составил $20-25^{\circ}$, что так же совпадает с направлением продольной оси сустава.

Поскольку фиксатор проводится в направлении к продольной оси сустава, на неё действуют только силы под углом 90° , пытающиеся раскрыть стык совмещенных ключицы и акромиона. В этом случае фиксатор работает только на срез. При применении компресси-

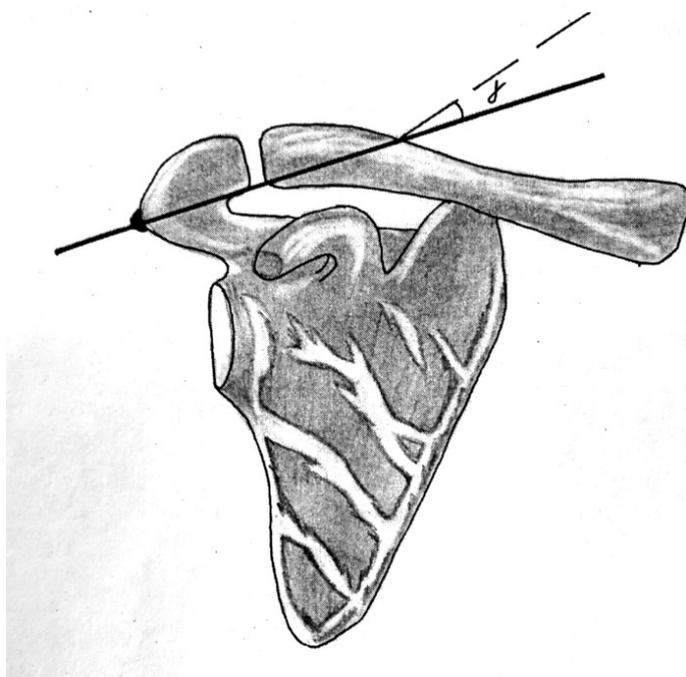


Рис. 2 Схема определения угла перегиба спицы.

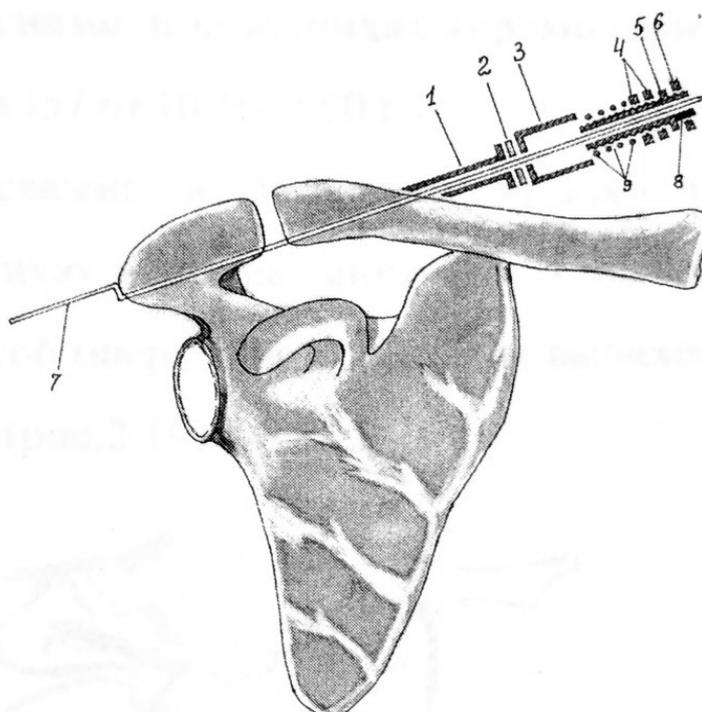


Рис. 3

- 1 — противоупорная трубка; 2 — герметизирующая резиновая прокладка; 3 — гильза;
4 — компрессирующая гайка и контрагайка; 5 — винт; 6 — гайка, фиксирующая спицу; 7 — спица;
8 — прорезь; 9 — пружина.

рующих фиксаторов величина силы затяжки гайки $P_{зам}$ определяется из условия невозможности раскрытия стыка.

$$P_{зам} = K(1 - X) F, \text{ где:}$$

$P_{зам}$ — величина силы затяжки гайки;
 K — коэффициент силы затяжки гайки;
 X — коэффициент податливости, равный 0,7–0,8, так как рассматривается достаточно упругая система;
 F — сила компрессии, необходимая для вправления акромиального конца ключицы.

В случае перегиба фиксатора на угол γ , вызванный анатомическим строением человеческого тела, силу затяжки надо увеличить на:

$$P_{зам}^1 = P_{зам} / \cos \gamma$$

Расчет необходимой силы компрессии в точках стыка кости с упором фиксаторов и компрессирующим устройством с одной стороны, и учетом прочности костной ткани, с другой стороны, позволяют избежать осложнений, проявляющихся в форме протрузии и рецидива вывиха.

Для определения силы компрессии, необходимой для вправления ключицы, проведено обследование 30 больных со свежими вывихами акромиального конца ключицы. Обследование проводилось в положении больного сидя. Плечо приведено к туловищу, согнуто под прямым углом, так чтобы локтевой отросток опирался на подставку.

На акромиальный конец ключицы, через установленный на неё динамометр производилось давление до его полного вправления.

Наименьшее показания динамометра было равно 48Н, наибольшее- 90Н. Среднее значение суммы показаний составило 65,6 ± 1,8Н.

Для лечения свежих вывихов акромиального конца ключицы нами был разработан способ компрессионно-остеосинтеза ключично-acroмиального сочленения с применением компрессионного устройства. (3)

(патент РФ № 2166916 20 05 2001 г.)

Для постоянной и динамической компрессии в устройстве применялась пружина силой сжатия около 70Н.

Дозированная компрессия создавалась с помощью гайки, коэффициентом затяжки $K = 2-4$, при перемен-

ной нагрузке. Максимальная сила затяжки резьбового соединения равнялась $P_{зам} = 4(1 - 0,7)90Н = 110Н$, что не превышало пороговую прочность костной ткани (13,2 кг/мм²).

Признаками данного способа являются:

1. спица проводится по оси сустава под углом 20–25°, направление вектора силы, создающую компрессию, совпадает с осью сустава;
2. компрессия, создаваемая при этом, равномерно распределяется по суставным поверхностям;
3. применение компрессирующего устройства обеспечивает постоянную, дозированную и динамическую компрессию, равномерно распределяющуюся по суставным поверхностям.

Компрессионный остеосинтез позволяет надежно удерживать акромиальный конец ключицы во вправленном положении на период сращения разорванных связок, совместить периоды лечения и реабилитации, за счет чего сокращаются сроки лечения и нетрудоспособности. Иммобилизации не требуется.

Под нашим наблюдением находился 61 больной с полными вывихами акромиального конца ключицы. По классификации Tossy et Rockwood соответствовали вывихам: тип III — 47 больных (77,1%); тип IV — 8(13,1%); тип V — 6 (9,8%). Преобладали лица мужского пола- 59 больных (96,7%), встречались у лиц молодого и трудоспособного возраста в 95,1% случаев (58 больных). Анализ обстоятельств травм показал, что большинство из них происходили в быту и при дорожно — транспортных происшестввах- 44 больных (72,1%).

С учетом процессов регенерации соединительной ткани и клинических наблюдений мы делили вывихи в зависимости от давности травмы на: а) свежие — до 5 дней; б) несвежие — до 3 недель; в) застарелые- более 3 недель. Эта классификация известна и применяется повсеместно. (5)

Свежие вывихи были отмечены у 31 больных (50,8%), несвежие — у 21(34,4%), застарелые- у 9(14,8%).

По способам лечения больные были разделены на три группы.

Первую группу составили 27 больных со свежими вывихами акромиального конца ключицы, которым был применен способ компрессионного остеосинтеза. Из них 17 лечились в стационарных условиях, а 10 больных получили амбулаторное лечение. В процессе лечения, больным с первых же дней разрешались совершать движения в плечевом суставе (отведение

и сгибание до 90^0), обслуживали себя, выполняли не тяжелую работу.

Во вторую группу вошли 20 больных со свежими (4 больных) и несвежими вывихами акромиального конца ключицы (16 больных). Фиксация акромиального конца ключицы этим больным производилась по способу Вебера. При данном способе, мы, после вправления вывиха ключицы, спицы проводили под углом 20^0 к продольной оси ключично- акромиального сустава с последующей фиксацией проволокой. Иммобилизация производилась в течении трех недель.

Третья группа — 14 больных, из них 9 больных с застарелыми и 5 больных с несвежими вывихами акромиального конца ключицы. Принцип предложенного нами способа пластики связок заключается в следующем. После обнажения акромиально- ключичного сустава просверливают по 2 параллельных отверстия диаметром 2 мм в акромионе и акромиальном конце ключицы (отступая на 1 см от суставных поверхностей). Дополнительно, в проекции клювовидного отростка, на ключице просверливали еще 2 отверстия, расстояние между которыми составляло 2–2,5 см по продольной оси ключицы. Под клювовидный отросток проводили лавсановые нити и выводили параллельно через отверстия в ключице, а через отверстия в акромионе и акромиальном конце ключицы лавсановые нити проводились крестообразно. Вправляли вывих натягивая узлы, сначала на нитях проведенных под клювовидном отростком и через ключицу, после на нитях проведенных через акромион и ключицу. Натянутые узлы смещали в просверленные каналы. Иммобилизация конечности на три недели.

Результаты и обсуждение

Изучение результатов лечения вывихов акромиального конца ключицы с применением вышеперечисленных способов лечения выявило следующее.

В первой группе, где применялся способ компрессионного остеосинтеза, средние сроки пребывания 17 больных составили 3,5 к.д. (10 больных лечились амбулаторно). В послеоперационном периоде у 5 больных наблюдались осложнения в виде воспаления тканей вокруг спицы и упорной втулки, которые были купированы применением антибиотиков и не повлияли на результат лечения. Восстановление объема движений в плечевом суставе происходило в среднем к 34–35 дню после операции. Отдаленные результаты лечения сроком наблюдения от 6 месяцев до 3 лет прослежены у 23 больных. Рецидив вывиха, оссификации параартикулярных тканей не выявлены. У 2 больных выявлены признаки не прогрессирующего артроза акромиально — ключичного сустава легкой степени. Оценка результатов

производилась по трехбалльной системе, неудовлетворительных результатов не было выявлено. Хорошие результаты отмечены у 21 больного (91,3%) и у 2 — удовлетворительные.

Во второй группе средние сроки пребывания больного в стационаре составило 12,4 к.д. Осложнения в виде воспаления мягких тканей наблюдалось у 2 больных, которые были купированы применением антибиотиков. Отдаленные результаты лечения прослежены у 20 больных. Перелом спиц отмечено у 1 больного, выявлен был самим больным на 32 день после операции (когда подтянулся на турнике). Металлоконструкции были удалены, рецидив вывиха не выявлен. У одного больного отмечена миграция металлоконструкций, вследствие чего произошел рецидив вывиха. Результат лечения оценен как неудовлетворительный. Артроз акромиально- ключичного сустава выявлен у 2, оссификаты параартикулярных тканей — у 3 больных. Отдаленные результаты оценены как хорошие у 16 больных (80%), удовлетворительные — у 3 (15%), неудовлетворительные — у 1 (5%).

По способу отдельной пластики связок акромиального конца ключицы. Средние сроки пребывания больного в стационаре составило 12,5 к.д. Послеоперационных осложнений не были. Отдаленные результаты прослежены у всех. Неудовлетворительных результатов не выявлено, как хорошие оценены в 11 случаях (78,6%), удовлетворительные в 3 (21,4%)

Выводы

1. Неудовлетворительные исходы лечения вывихов акромиального конца ключицы связаны прежде всего с нестабильной фиксацией суставных концов, что приводит к возникновению рецидива вывиха, развитию остеоартроза, образованию оссификатов в параартикулярных тканях.
2. Определяющим фактором в достижении успешных результатов при лечении вывихов акромиального конца ключицы является следующее: направление суммарной силы, необходимой для надежной фиксации ключицы во вправленном положении, должно совпасть с направлением продольной оси сустава, т.е. проходить под углом 20^0-25^0 к оси ключицы во фронтальной и 10^0-15^0 в горизонтальной плоскостях, при условии адекватного подбора фиксатора или пластического материала.
3. Способ пластики связок при вывихах акромиального конца ключицы должен позволять восстанавливать действие сил всех поврежденных связок и тем самым добиться надежной фиксации ключицы во вправленном положении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берхина Ф.О. О травматических вывихах ключицы. // Ортопедия и травматология. 1935 № 3 с. 11–26
2. Булычев Г.И. Выбор способа хирургического лечения больных с вывихами акромиального конца ключицы // Гений ортопедии 2002.-№ 3 20–23с.
3. Ганиев М.Х. Лечение вывихов акромиального конца ключицы. Автореф. Дисс. .к.м.н.— М., 2002.— 45–61с.
4. Гонгальский В.И., Кваша В.П. Хирургическое лечение вывихов акромиального конца ключицы 2–3ст. // Ортопедия, травматология и протезирование. —1989. — № 2 с. 61–62
5. Данилов М.А. Лечение больных с повреждениями акромиально –ключичного сочленения моделированной спицей и кортикальным винтом. Автореф. Дисс. . к.м.н.— Уфа 2016. 20с.
6. Диагностика и лечение ранений под редак. Шапошникова Ю.Г. М., 1984. 73с.
7. Меркулов М.В., Кривенко С.Н., Медведев Д.И. и др. Лечение вывихов акромиального конца ключицы. Обзор литературы и бюджетный подход // Травматология, ортопедия и военная медицина. 2018. — 76с.
8. Терновой К.С., Синило М.И. Ошибки и осложнения в клинике травматологии и ортопедии. Киев. «Вища школа» 1987. 68–71с.
9. Цих О.И. Неоперативный метод лечения вывиха акромиального конца ключицы. //Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1987. т 20 № 3 81–84с.
10. Шойлев Д. Спортивная травматология. София — Медицина и физкультура. 1986 48–50с.

© Ганиев Магомедрауф Хадиевич (magomedg21@mail.ru), Атаев Алевдин Рашитханович,
Каллаев Нажмудин Омаркадиевич, Османов Расим Тельманович,
Мирзоев Назим Эмирович, Огурлиев Алим Пахрудинович, Магарамов Абдулла Магарамович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СТЕНКЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИ ИЗМЕНЕННОЙ ВЕНЫ У ПАЦИЕНТОВ С ВАРИКОЗНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ВЕН НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ КЛИНИЧЕСКИХ КЛАССОВ С4 — С6

FEATURES OF THE CONTENT OF SOME MICROELEMENTS IN THE WALL OF A PATHOLOGICALLY CHANGED VEIN IN PATIENTS WITH VARICOSE VEINS OF THE LOWER LIMB OF CLINICAL CLASS C4 — C6

O. Gerbali

Summary. The aim of the study was to study changes in the content of trace elements selenium, selenium, zinc, copper and iron in the wall of a pathologically altered vein in patients with varicose veins of the lower extremities (VV LV) of clinical classes C4-C6. Results. In patients with VV LV of classes C4-C6, a statistically significant decrease in the content of selenium ($p < 0.001$), zinc ($p = 0.003$) and an increase in the content of copper ($p = 0.046$) was found in the wall of the pathologically altered vein. According to multivariate regression analysis, a lower concentration of selenium in the vein wall is associated with the risk of development and progression of VV LV.

Keywords: varicose disease of the lower extremities, trace elements, optical emission spectrometry with inductively coupled plasma.

Гербали Оксана Юрьевна

Медицинская академия имени С.И. Георгиевского
(структурное подразделение ФГАОУ ВО «КФУ им.
В.И. Вернадского»), г. Симферополь

Аннотация. Цель исследования — изучение изменения содержания микроэлементов селена, селена, цинка, меди и железа в стенке патологически измененной вены у пациентов с варикозной болезнью нижних конечностей (ВБ НК) клинических классов С4 — С6.

Результаты. У больных ВБ НК классов С4 — С6 в стенке патологически измененной вены обнаружено статистически значимое снижение содержания селена ($p < 0,001$), цинка ($p = 0,003$) и повышение содержания меди ($p = 0,046$). По данным многофакторного регрессионного анализа, более низкая концентрация в стенке вены селена ассоциирована с риском развития и прогрессирования ВБ НК.

Ключевые слова: варикозная болезнь нижних конечностей, микроэлементы, метод оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.

Введение

Варикозная болезнь нижних конечностей (ВБ НК) регистрируется у 80% общей популяции населения, является ведущей причиной хронической венозной недостаточности (ХВН) и резкого снижения качества жизни. Среди общего количества больных с данным заболеванием пациенты с ВБ НК клинических классов С4 — С6 представляют особую категорию. Согласно данным Dhakal P. Et al [1], распространенность ВБ НК клинических классов С4 — С6 достигает 27,5%. Важно подчеркнуть, что именно клинические классы С4 — С6 в большинстве случаев сопряжены с высоким уровнем развития осложнений, утраты трудоспособности, инвалидности, существенным снижением качества жизни [2].

Патогенез заболевания сложный, недостаточно изучен. В последние годы в литературе появляются ука-

зания на важную роль дисэлементозов в развитии ВБ НК: селена (Se), цинка (Zn), меди (Cu) и железа (Fe). Эти микроэлементы, являясь структурными компонентами ферментов, гормонов и белков, обеспечивают функционирование всей сосудистой системы. В данном аспекте особый интерес представляют работы Kamuran K. et al. и Rusak et al. [3,4], в которых показано, что у пациентов с ВБ НК содержание микроэлементов Zn, Cu и Fe в патологически измененной вене отличается от здоровой вены. При этом представленные выше данные преимущественно относятся к ВБ НК клинических классов С1–С3. Вопрос о содержании Se, Zn, Cu и Fe в стенке патологически измененной вены у пациентов с ВБ НК клинических классов С4 — С6 остается открытым.

Цель исследования — изучить изменения содержания микроэлементов Se, Zn, Cu и Fe в стенке патологически измененной вены у пациентов с ВБ НК клинических классов С4 — С6.

Таблица 1. Характеристика пациентов с варикозной болезнью нижних конечностей клинических классов С4 — С6 и пациентов контрольной группы

Показатель	Основная группа (n= 56)	Контрольная группа (n=50)	p
Мужчины/женщины, n (%)	20 (35,7)/ 36 (64,3)	20(40,0%)/30(60,0%),	0,893
Средний возраст, годы [25%; 75%]	46,6 [31,7;;51,9]	48,0[36,8;54,2]	0,907
Индекс массы тела, кг/м ²	25,1±4,5	25,4±4,1	0,936
Курение в настоящее время, да/нет, n (%)	17 (30,4)/39 (69,6)	17 (34,0) / 33 (66,0)	0,804
Артериальная гипертензия, n (%)	9(16,1)	8 (16,0)	1,000
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	8 (14,3)	7 (14,0)	0,985
Сахарный диабет, n (%)	3 (5,4)	2 (4,0)	0,876
ХОБЛ, астма, n (%)	3 (5,4)	3 (6,0)	0,964

Материал и методы исследования

Проведено контролируемое рандомизированное одномоментное исследование. В исследовании приняли участие 56 пациентов (мужчины — 20 (35,7%), женщины — 36 (64,3%), средний возраст — 46,6 [31,7;51,9] лет) с диагнозом ВБ НК клинических классов С4 — С6 согласно классификации Clinical Etiological Anatomical Pathophysiological (CEAP), которым выполнена плановая эндовазальная лазерная коагуляция. Материалом исследования были биоптаты удаленных варикозно расширенных больших подкожных вен. Кроме того, в исследование была включена контрольная группа (КГ), сопоставимая по полу и возрасту: 50 пациентов (мужчины — 20 (40,0%), женщины — 30 (60,0%), средний возраст — 48,0[36,8;54,2] лет, которым выполнено аортокоронарное шунтирование. Материалом исследования были биоптаты, полученные при иссечении большой подкожной вены (БПВ). Исследование было выполнено согласно стандартам надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и требованиям Хельсинкской Декларации Всемирной Медицинской Ассоциации. Проводимые исследования были одобрены Этическим комитетом Института «Крымская медицинская академия имени С.И. Георгиевского» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». Все пациенты перед включением в исследование подписали письменное информированное согласие.

Критерии включения пациентов в основную группу: возраст 18–80 лет; установленный диагноз ВБ НК классов С4–С6 продолжительностью не менее 12 месяцев; первичное варикозное расширение вен НК; письменное информированное согласие пациента на участие в исследовании.

Критерии невключения пациентов в основную группу: возраст старше 80 лет; притоковый варикоз,

не связанный с патологическим рефлюксом по стволам подкожных вен; ранее выполненные операции на венах нижних конечностей по поводу ВБ, острого варикотромбофлебита и другие; рецидив ВБ после оперативного лечения; вторичное варикозное расширение вен нижних конечностей; острый восходящий варикотромбофлебит; тяжелые или декомпенсированные сопутствующие соматические заболевания; обострение хронических соматических заболеваний; аутоиммунные, гематологические и онкологические заболевания; курение, алкоголизм или наркомания в анамнезе; хирургические вмешательства в предшествующий месяц до начала исследования; беременность и лактация; отказ пациента от участия в исследовании.

В работе использовались следующие методы исследования: клинический класс хронической венозной недостаточности определяли согласно классификации CEAP [12–5]. Оценку содержания микроэлементов: Se, Zn, Cu и Fe в образцах ткани БПВ проводили методом оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ОЭС-ИСП) на настольном оптико-эмиссионном спектрометре модели 720 (Agilent, США). ОЭС-ИСП-исследование осуществляли в стандартных условиях, рекомендованных производителем для растворов, содержащих высокие уровни твердых веществ: мощность РЧ-излучения 1200 Вт, расход плазменного газа 15,0 л в минуту, расход вспомогательного газа 1,5 л в минуту, расход газа в распылителе 0,75 л в минуту, расход образца 0,75 мл/мин., задержка стабилизации 15 сек., задержка поглощенного образца 30 сек., время промывки 10 сек., время считывания реплики 1 сек., 3 реплики. Для коррекции фона применялся режим с 7-ю точками на профиль линии. Корректированные по фону интенсивности аналитических линий использовались для построения калибровочных графиков. В работе были использованы концентрированные растворы HNO₃ (65%), HCl (36%) и H₂O₂ (30%) (Merck KGaA, Германия).

Таблица 2. Клиническая характеристика пациентов с варикозной болезнью нижних конечностей клинических классов С4 — С6

Длительность заболевания, годы:	
1–5 лет, n (%)	6 (10,7)
5–10 лет, n (%)	14 (25,0)
10–20 лет, n (%)	22 (39,3)
>20 лет, n (%)	14 (25,0)
Классы хронической венозной недостаточности по классификации CEAP:	
Класс С4, n (%)	34 (60,8)
Класс С5, n (%)	11 (19,6)
Класс С6, n (%)	11 (19,6)

Таблица 3. Изменения содержания микроэлементов в стенке патологически измененной вены у пациентов с варикозной болезнью нижних конечностей клинических классов С4 — С6

Показатель	Основная группа (n = 56)	Контрольная группа (n=50)	p
Селен,%	0,023 ± 0,018	0,072 ± 0,028	0,028
Цинк,%	0,020 ± 0,011	0,060 ± 0,026	0,044
Медь,%	0,040 ± 0,017	0,020 ± 0,011	0,042
Железо,%	0,141±0,08	0,150±0,067	0,683

Таблица 4. Результаты логистического регрессионного анализа связи изученных микроэлементов с риском развития варикозной болезни нижних конечностей клинических классов С4 — С6

Микроэлемент	B	ОШ	95% ДИ	p
Селен,%	0,754	2,542	1,855–3,002	0,028
Цинк,%	0,644	0,835	0,613–1,138	0,255
Медь,%	1,538	2,242	1,965–2,635	0,003

Примечание — В — бета-коэффициент

Полученные данные проанализированы с использованием программы STATISTICA 8.0 (Stat Soft.Inc., США). При нормальном распределении показателей определяли среднее значение и стандартное отклонение, при распределении, отличном от нормального — медиану, 25-й и 75-й процентиля. Для качественных признаков определяли долю и абсолютное количество значений. Сравнительный анализ проводили с помощью параметрического t-критерия Стьюдента, U-критерия Манна-Уитни и критерия χ^2 (хи-квадрат). Проводили логистический регрессионный анализ с определением отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала (ДИ). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Характеристика пациентов с ВБ НК клинических классов С4 — С6 и пациентов КГ представлена в табл. 1.

Клиническая характеристика пациентов с ВБ НК классов С4 — С6 представлена в табл. 2. Среди пациентов преобладали женщины в возрасте от 40 до 59 лет, с длительностью заболевания более 10 лет, преимущественно класса С4 по классификации CEAP. Большинство в качестве сопутствующей патологии имели сердечно-сосудистые заболевания.

У пациентов с ВБ НК клинических классов С4 — С6 в стенке патологически измененной вены содержание ионов Se и Zn было статистически значимо ниже — в 3,1 раза ($p=0,028$) и в 3,0 раза ($p=0,044$), а содержание ионов Cu статистически значимо выше — в 2,3 раза ($p=0,042$) по сравнению с аналогичными показателями у лиц КГ. Содержание ионов Fe в стенке патологически измененной вены был выше в 1,1 раза по сравнению с аналогичным показателем у лиц КГ1, однако межгрупповые различия не достигали уровня статистической значимости ($p=0,683$) (табл. 3).

Результаты выполненного нами многофакторного логистического регрессионного анализа (РА) (стандартизация по половозрастному профилю) статистически значимых микроэлементов в стенке патологически измененной вены с риском развития ВБ НК клинических классов С4 — С6 представлены в табл. 4. По результатам многофакторного логистического РА, риск развития ВБ НК клинических классов С4 — С6 оказался сопряжен с более низким уровнем Se (ОШ 2,542 при 95% ДИ 1,855–3,002, $p=0,028$).

Обсуждение

Роль микроэлементного дисбаланса в патофизиологии ВБ НК неоднозначна и отражена лишь в единичных работах. При этом предполагается, что он играет далеко не последнюю роль, если учесть то, что изменение содержания микроэлементов снижает эффективность механизмов антиоксидантной защиты и вызывает интенсификацию негативного воздействия активных форм кислорода (АФК) на целостность клеточных структур. В данном аспекте особый интерес представляют ионы Cu, Se, Zn и Fe [5]. Настоящее исследование уточняет особенности содержания этих микроэлементов в стенке патологически измененной вены у пациентов с ВБ НК клинических классов С4–С6. Так, у пациентов с ВБ НК клинических классов С4–С6 в стенке патологически измененной вены регистрировалось статистически значимое снижение уровня ионов Se по сравнению с аналогичным показателем у лиц КГ. На сколько нам известно, в настоящее время в литературе нет других сообщений об уровне Se в аналогичных исследованиях. Вместе с тем, существует ряд исследований *in vivo* и *in vitro*, в которых представлены подтверждения роли сниженного содержания Se в эндотелиальной дисфункции [6], которой, без сомнения, принадлежит значимая роль в патогенезе ВБ НК. Так, в ряде работ [7,8] показано, что инкубация эндотелиальных клеток микрососудов легких с добавлением селена способствовала значительному снижению уровня эндотелина-1 по сравнению с клетками с дефицитом Se. В исследовании Jamaluddin M.S. et al. [9] указывалось, что в условиях сниженного содержания Se наблюдается нарушение биосинтеза эйкозаноидов, включая арахидоновую кислоту, которая участвует в ингибировании воспалительных реакций, процессах трансмиграции и апоптоза во многих типах клеток, включая эндотелиальные. В свою очередь, введение селена в эндотелиальные клетки показало изменение ее метаболизма, что связывают с повышением активности фермента глутатионпероксидазы. В исследовании Chen Y.C. et al. [10] была продемонстрирована роль Se в регуляции внеклеточного матрикса: сниженное содержание Se сопряжено с гистологическими изменениями стенок кровеносных сосудов и по-

вышением уровня антител к эластину. Xu C. et al. [11] подтвердили ингибирующее действие Se в отношении матриксных металлопротеиназ (ММП) –2 в аорте крыс, возможный патофизиологический механизм которого связывают с участием сигнального пути трансформирующего фактора роста бета-1 (TGF- β 1). Последний является наиболее значимым цитокином в развитии, росте и пролиферации гладкомышечных клеток и фибробластов, приводящих к повреждению венозных сосудов.

Zn играет важнейшую роль в поддержании жизнедеятельности организма и преимущественно в аспекте антиоксидантного и противовоспалительного эффектов. Этот микроэлемент входит в структуру 7200 ферментов и, по определению, участвует в процессах апоптоза, нарушение регуляции которого связано с изменением структуры стенки вены [12]. Имеются данные, согласно которым дефицит ионов Zn сопряжен с активацией воспалительных реакций и поддержанием хронического воспаления посредством индукции экспрессии генов циклооксигеназы и адгезии моноцитов, что, как известно, ведет к реструктуризации стенки вены с последующей венозной дилатацией и лежит в основе прогрессирования ВБ НК и развития трофических изменений [13]. В ранее выполненном проспективном исследовании показано сниженное содержание ионов Zn в стенке патологически измененной вены у пациентов с ВБ НК [3]. Полученные нами данные также не противоречат результатам проведенного исследования.

Известно, что Cu, являясь каталитическим центром супероксиддисмутазы (SOD) и входя в структуру церулоплазмينا, выполняет значимую роль в антиоксидантной защите [14]. В свою очередь повышенное содержание Cu приводит к ингибированию активности SOD, что вызывает интенсификацию экспрессии MMP-2 и MMP-9. Следствием этого является утолщение и деформация стенки вены, прогрессирование клапанной недостаточности и осложнений ВБ НК [15]. Известны данные о прямой сопряженности повышенного содержания Cu с гиперпродукцией провоспалительных цитокинов IL-1 α , IL-6 и IL-12 с последующим индуцированием митохондриального апоптоза [16]. В отличие от результатов работы Rusak A. et al. [4], согласно которой у пациентов с ВБ НК в стенке патологически измененной вены наблюдалась статистически незначимая тенденция к более высокому уровню ионов Cu, по нашим данным для этих пациентов характерно статистически значимое повышение уровня ионов Cu по сравнению с аналогичным показателем у лиц КГ. Возможно, это связано с более тяжелым клиническим классом ХВН пациентов (С4–С6) в нашем исследовании. В работе Rusak A. et al. [4] приведены

данные по уровню ионов Cu у пациентов клинического класса С2.

Fe — функционально необходимый метаболический модулятор, ценность которого определена многогранностью его функций и эссенциальностью в сложных биохимических процессах, включая иммунобиологические и окислительно-восстановительные реакции. Fe является незаменимой составляющей структуры более 100 ферментов, координирующих синтез ДНК, метаболизм холестерина, качество иммунных реакций, клеточный метаболизм, нейтрализацию АФК и поддержание окислительно-восстановительного организменного баланса (пероксидазы, каталазы, цитохромы). Несмотря на то, что роль изменения содержания ионов Fe в развитии ВБ НК является наиболее изученной, данные об их уровне в стенке патологически измененной вены неоднозначны. Так, в ряде исследований продемонстрировано, что у пациентов с ВБ НК в стенке патологически измененной вены наблюдается более высокое содержание ионов Fe [17,18]. По мнению Zamboni P. Et al. [18], чрезмерное отложение ионов Fe в тканях, индуцирующее и поддерживающее высокий уровень оксидативного стресса и воспаления, ассоциируется с серьезными последствиями для пациентов с ВБ НК, а именно, с прогрессированием хронической венозной недостаточности и трофических язв. В противовес вышеуказанным результатам в ряде исследований продемонстрировано отсутствие значи-

мых различий между содержанием ионов Fe в стенке патологически измененной вены у пациентов с ВБ НК по сравнению со здоровыми лицами [4]. В нашем исследовании у пациентов с ВБ НК клинических классов С4–С6 в стенке патологически измененной вены также отмечалась статистически незначимая тенденция к более высокому уровню ионов Fe.

Кроме того, каждый из статистически значимых изученных нами микроэлементов был проанализирован с точки зрения влияния на вероятность развития и прогрессирования ВБ НК клинических классов С4 — С6 посредством многофакторного РА. В настоящем исследовании обнаружено, что наиболее значимым независимым предиктором развития и прогрессирования ВБ НК клинических классов С4 — С6 является более низкое в стенке вены содержание ионов Se (ОШ 2,542 при 95% ДИ 1,855–3,002, $p=0,028$).

ВЫВОДЫ

1. У пациентов с ВБ НК клинических классов С4 — С6 в стенке патологически измененной вены выявлены статистически значимые изменения содержания Se, Zn и Cu.
2. Низкая концентрация в стенке вены Se ассоциирована с риском развития и прогрессирования ВБ НК клинических классов С4 — С6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dhakal P. Influence of age, gender, duration of illness, and symptoms on pigmentation/ulceration in varicose veins of the great saphenous system /R.M. Karmacharta A.K., Singh P., Thapa S., Dahal N., Bhand S., Bade P. Shrestha // Phlebolympology. — 2020. — V. 27(3) — P. 106–112
2. Fukaya E. Clinical and genetic determinants of varicose veins prospective, communitybased study of 500 000 individuals/A.M. Flores, D. Lindholm// Circulation. — 2018. — V. 138— P. 2869–288
3. Kazimoglu K. The role of trace elements in the ethiologi of varicose vein / A. Caner, K. Bozkurt, A. Gurel Sayin, M. Ercan, C. Koksai, D. Konukoglu // Turk Gogus Kaip Dama. 2001. — V. 9 — P. 168–170
4. Rusak A. Venous insufficiency: Differences in the content of trace elements. A preliminary report / E. Karuga-Kuźniewska, B. Wiatrak, M. Szymonowicz, M. Stolarski, M. Radwan-Oczko, R.J. Wiglusz, P. Pohl, Z. Rybak // Adv Clin Exp Med. 2018. — V. 27(5) — P. 695–701
5. Wołonciej, M. Trace elements as an activator of antioxidant enzymes/ E. Milewska, W. Roszkowska-Jakimiec // Postępy Higieny I Medycyny Doswiadczalnej. 2016. — V.70 — P. 1483–1498
6. Burk R.F. Regulation of selenium metabolism and transport/ K.E. Hill // Annu Rev Nutr. 2015. — V. 35 — P. 109–134
7. Bauer M. Selective upregulation of endothelin b receptor gene expression in severe pulmonary hypertension // Circulation. 2002. — V. 105— P. 1034–1036
8. Hamal K.R. Differential expression of vasoactive mediators in microparticle-challenged lungs of chickens that differ in susceptibility to pulmonary arterial hypertension / R.F. Wideman, N.B. Anthony, G.F., J. Erf Am // Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2010. — V. 298 — P. 235–242
9. Jamaluddin M.S. Hyperhomocysteinemia, DNA methylation and vascular disease / X. Yang, H. Wang // Clin Chem Lab Med. 2007. — V. 45— P. 1660–1666
10. Chen Y.C. Is selenium a potential treatment for cancer metastasis? / K.S. Prabhu, A.M. // Mastro Nutrients. 2013. — V. 5— P. 1149–1168
11. Xu C. Selenium modulates MMP2 expression through the TGFβ1/Smad signalling pathway in human umbilical vein endothelial cells and rabbits following lipid disturbance / G. Lu, Q. Li, J. Zhang, Z. Huang, X. Gao// J Trace Elem Med Biol. 2017. — V. 42— P. 59–67
12. Jurukova Z. Ultrastructural evidence for collagen degradation in the walls of varicose veins /C. Milenkov // Experimental and Molecular Pathology. 1982. — V. 37(1) — P. 37–47
13. Шадрина А.С. Молекулярные механизмы развития варикозной болезни нижних конечностей / И.А. Золотухин, М.Л. Филипенко // Флебология. 2017. — № 11(2) — С. 71–75
14. Skrzycki M. The role of superoxide dismutase in the arising of tumors/ H. Czeczot// Postępy Nauk Med. 2005. — V.4 — P. 7–15

15. Herrick S.E. Sequential changes in histologic pattern and extracellular matrix deposition during the healing of chronic venous ulcers, /P. Sloan, M. McGurk, L. Freak, C.N. McCollum, M.W. Ferguson // J. Pathol. 1992. — V. 141— P. 1085–1095
16. Squitti R. Copper dysfunction in Alzheimer's disease: From meta-analysis of biochemical studies to new insight into genetics // J. Trace Elem. Med. Biol. 2012. — V. 26, N2–3— P. 93–96
17. Ackermann Z. Overload of iron in skin of patients with varicose vein. Possible contributing role of iron accumulation in the progression of disease / M. Seidenbaum, E. Loewenthal, A. Rubinow // Arch Dermatol. 1988. — V. 124— P. 1376–78.
18. Zamboni P. Serum iron and MMP-9 variations in limbs affected by chronic venous disease and venous leg ulcers / G. Scapoli, V. Lanzara V// Dermatol Surg. 2005. — V.31— P. 644–49.

© Гербали Оксана Юрьевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ ЖИРОВЫХ АУТОТРАНСПЛАНТАТОВ: АКТУАЛЬНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОНКОНАСТОРОЖЕННОСТЬ

STUDY OF FAT AUTOGRAFTS SURVIVAL AFFECTED BY MESENCHYMAL STEM CELLS: RELEVANCE, EFFICIENCY, ONCOLOGICAL ALERTNESS

G. Dashtoyan
O. Startseva

Summary. The article presents a literature review on experimental studies of the angiogenic properties of adipose tissue-derived stem cells and stromal vascular fraction. This study specifically addresses the issue of oncological alertness while using mesenchymal stem cells for the enrichment of adipose tissue. The authors of this study researched the survival rate of fat autografts in animals. The results of an experimental study are presented, according to which the enrichment of transplanted adipose tissue with mesenchymal stem cells improves the lipofilling procedure, stipulates the survival of fat grafts by means of increasing neovascularization as well as reduces the phenomena of fat grafts resorption and fibrosis.

Keywords: adipose tissue stem cells, cancer alertness, cellular stimulation, mesenchymal stem cells, fat grafts, lipofilling, plastic surgery.

Даштоян Георгий Эдуардович

Пластический хирург, клиника К+31 Петровские
ворота, г. Москва

George_dash@hotmail.com

Старцева Олеся Игоревна

Д.м.н., профессор, Первый Московский
государственный медицинский университет им.

И.М. Сеченова, г. Москва

ostarceva@mail.ru

Аннотация. В статье представлен обзор литературы, посвященной экспериментальным исследованиям изучения ангиогенных свойств стволовых клеток жировой ткани и стромально-васкулярной клеточной фракции. В центре исследования авторов вопрос об онкологической настороженности использования мезенхимальных стволовых клеток для обогащения жировой ткани. Авторами проведено исследование по приживаемости жировых аутографтов на животных. Представлены результаты экспериментального исследования, согласно которым обогащение пересаженной жировой ткани мезенхимальными стволовыми клетками позволяет улучшить процедуру липофилинга, обуславливает выживаемость жировых трансплантатов за счет усиления неоваскуляризации, снижения явлений резорбции и фиброза последних.

Ключевые слова: стволовые клетки жировой ткани, онконастороженность, клеточная стимуляция, мезенхимальные стволовые клетки, жировые трансплантаты, липофилинг, пластическая хирургия.

Введение

Пересадка собственной жировой ткани крайне популярное оперативное вмешательство в современной пластической хирургии, особенно в аспектах коррекции различных контурных деформаций мягких тканей [1, 2]. Однако широкое применение данной методики и её активное изучение до сих пор не решили её основную проблему — непредсказуемая резорбция аутографта, происходящая в результате клеточного апоптоза и некроза. Причины данного явления разнятся и встречаются на каждом отдельном этапе проведения операции, но основными из них считается механическое повреждение липоаспирата во время вакуумной аспирации, а также проблемы ишемии и реперфузии пересаженного материала [3, 4, 5].

Непредсказуемость получаемого результата и низкий процент выживаемости пересаженного аутографта приводит к необходимости более детального изучения механизмов приживаемости и процессов резорбции. Так, исследователи стремились улучшить получаемые результаты путем клеточной стимуляции факторами роста — эритропоэтином [6], инсулином [7], макрофагами [8]. Большое количество исследований показывают, что препараты аутоплазмы также в значительной степени положительно влияют на приживление жировых аутографтов [9, 14, 15].

Использование клеточной стимуляции, основанной на свойствах стволовых клеток нам, представляется наиболее актуальным и перспективным в разрезе современных возможностей. Мезенхимальные стволо-

вые клетки представляют с собой небольшую долю липоаспирата, которые входят в состав стромально-ва-скулярной клеточной фракции [16].

Их способность к пролиферации и дифференциации является причиной многих исследований как в пластической хирургии, так и смежных специальностях, цель которых — повлиять на потерю объема пересаженного аутотрансплантата [17].

Основные исследования в данной области нацелены на выделение стромально-ва-скулярной клеточной фракции (СВФ), включающей в себя эндотелиальные клетки, фибробласты, перициты, макрофаги и различные фенотипы мезенхимальных стволовых клеток [8]. И есть убедительные факты о положительном влиянии СВФ на приживаемость жировых аутотрансплантатов [10,18]. Вместе с тем стволовые клетки жировой ткани (СКЖТ), могут быть выделены из СВФ путем культивирования, так как в отличие от остальных являются адгезивными [11].

Однако, несмотря на большое количество публикаций о важнейших пролиферативных качествах стромально-ва-скулярной фракции и стволовых клеток, в частности, некоторые авторы отметили в своих исследованиях отсутствие какого-либо положительного эффекта клеточной стимуляции при пересадке собственного жира. Более того, в некоторых случаях использование чистой взвеси стволовых клеток негативно сказывалось на полученных результатах. Так, Хилкка Х Пелтониemi с соавторами провели исследование, в котором 18 пациенток перенесли операции по увеличению груди при помощи аутологичной пересадки собственного жира, где использовался аппарат для водоструйной липосакции (WAL). У десяти из них, в процессе операции, пересаженные графты были смешаны со стволовыми клетками, полученными при помощи аппарата Celution (Cytori Therapeutics). Через 6 месяцев авторы оценивали результаты при помощи МРТ-исследования молочных желез и пришли к выводу, что использование клеточных технологий не даёт никаких преимуществ в процессе приживания и ва-скуляризации графтов, лишь удлинняя и усложняя сам процесс операции [12].

Ван Лю с соавторами также не отметили стимулирующих свойств клеточной стимуляции при пересадке жировой ткани. В своей работе они исследовали анатомические особенности области молочных желез при помощи МРТ-исследования — оценивали объем больших грудных мышц и самих молочных желез, и далее проводили аутотрансплантацию жировой ткани с целью увеличения объема мягких тканей. Во всех случаях хирурги во время операции выделяли стромально-ва-

скулярную клеточную фракцию с мезенхимальными стволовыми, которую в дальнейшем смешивали с пересаживаемыми жировыми графтами. Оценивая результаты спустя шесть месяцев, авторы пришли к выводу, что величина резорбции во всех случаях достигала 40–60% и не показала разительных отличий от рутинных методов пересадки жировой ткани, описанных в мировой литературе [13].

Тем не менее, исследования влияния стволовых клеток взрослого организма и факторов роста находятся еще на начальном этапе, поэтому должны быть проведены обширные доклинические и клинические исследования эффективности и безопасности данных методов в пластической хирургии и регенеративной медицине. Созданы и продолжают разрабатываться методы обогащения жировой ткани факторами роста, усиливающими неоваскуляризацию и выживаемость жировых трансплантатов.

Возможность культивирования чистой взвеси СКЖТ и отсутствие значительных данных об их влиянии на приживаемость жировых аутотрансплантатов явилось значительным основанием для проведения данной экспериментальной работы.

Методы и этапы исследования

Лабораторные животные представлены 30 кроликами породы «Шиншилла», в возрасте от 1 до 2 лет (в среднем 1,4 года), весом от 2 до 2,5 кг, без признаков известных инфекционных и вирусных заболеваний.

Исследование проводили в 3 этапа:

1-й этап:

- ◆ забор жировой ткани из донорской области (задняя поверхность шейного отдела — правая сторона R) для выделения СКЖТ;
- ◆ культивирование СКЖТ в течение 30 дней.

2-й этап:

- ◆ забор жировой ткани из контрлатеральной донорской области (задняя поверхность шейного отдела — левая сторона L) и обработка липоаспирата;
- ◆ пересадка обработанной жировой ткани БЕЗ СКЖТ в реципиентную область подкожно (ушная область — левая сторона L);
- ◆ пересадка обработанной жировой ткани + СКЖТ в реципиентную область подкожно (ушная область — правая сторона R).

3-й этап:

Таблица 1. Распределение лабораторных животных в эксперименте на группах:

Группа	I		II		III		ВСЕГО
	А	Б	А	Б	А	Б	
Состав трансплантата	СКЖТ	ЖТ	СКЖТ	ЖТ	СКЖТ	ЖТ	
Сроки наблюдения	1 мес	1 мес	3 мес	3 мес	6 мес	6 мес	
Количество наблюдений	5	5	5	5	5	5	30

- ◆ гистологическая и статистическая оценка ауто-трансплантата после операции в сроки: 1, 3, 6 месяцев.

Для сравнительной качественной оценки пересаженного материала было выделено три группы лабораторных животных:

- ◆ в 1 группу включены 10 кроликов со сроками наблюдения 1 месяц после операции: 5 кроликов, перенесших ауто-трансплантацию жировой ткани с СКЖТ и 5 кроликов, перенесших ауто-трансплантацию жировой ткани без добавления СКЖТ;
- ◆ во 2 группу включены 10 кроликов со сроками наблюдения 3 месяца после операции: 5 кроликов, перенесших ауто-трансплантацию жировой ткани с СКЖТ и 5 кроликов, перенесших ауто-трансплантацию жировой ткани без добавления СКЖТ;
- ◆ в 3 группу включены 10 кроликов со сроками наблюдения 6 месяцев после операции: 5 кроликов, перенесших ауто-трансплантацию жировой ткани с СКЖТ и 5 кроликов, перенесших ауто-трансплантацию жировой ткани без добавления СКЖТ (Таблица 1).

Результаты гистологического исследования жировых ауто-трансплантатов

В контрольной группе животных, где трансплантировалась суспензия ткани из холки кроликов без добавления МСК, к 1 месяцу после операции в тканях раковины обнаруживали жировую ткань без четких границ, без признаков тканевого отторжения и без некроза, что свидетельствовало о полном приживлении трансплантата. Однако уже на этот срок у 3х из 5-ти животных отмечались признаки разной степени резорбции жировой ткани макрофагами и гигантскими многоядерными клетками, а также прорастание трансплантата соединительной тканью (рис. 1). При фазово-контрастной микроскопии выявляются коллагеновые волокна растущей соединительной ткани и многочисленные крупные и мелкие жировые капли, оставшиеся после резорбции жировой ткани (рис. 2).

К 3-м месяцам после операции значительно усилилась как резорбция жира, так и замещение его фиброз-

ной соединительной тканью. Объем жировой ткани резко сокращался, а у части животных она практически полностью исчезла (рис. 3). Через 6 месяцев в 4-х из 5-ти случаев жир в ушной раковине уже не обнаруживался. В заместившей его фиброзной соединительной ткани выявлялись признаки обратного развития фиброза (инволюции), у части животных оставались олеогранулемы — гранулемы из фагоцитирующих жир клеток (рис. 4).

В опытной группе животных, в которой в жировой ткани ауто-трансплантата добавлялись МСК, уже к 1 месяцу только у двух из пяти животных отмечались незначительные признаки резорбции жира, прорастания соединительной ткани и уменьшение объема трансплантата (рис. 5). В 3 случаях объем жировой ткани почти не уменьшался, резорбция и прорастание соединительной ткани было минимальным. Отмечалась неоваскуляризация области трансплантата, что, возможно, связано с действием сосудистых факторов МСК. В частности, образование новых сосудов происходило в соединительно-тканых септ, разделяющих участки жировой ткани (рис. 6). Улучшенное кровоснабжение и питание жировой ткани, по-видимому, явилось причиной её замедленной инволюции.

Через 3 месяца продолжалась васкуляризация области трансплантации (рис. 7). Объем жировой ткани у 3-х из 5-ти животных почти не менялся, резорбция жира и замещение его соединительной тканью были слабо выражены (рис. 8). Только у 2-х кроликов отмечалось уменьшение объема, резорбция и фиброз жирового ауто-трансплантата.

Через 6 месяцев содержание жировой ткани в ушной раковине уменьшается, но остается значительно больший её объем, чем в контрольной группе на этот срок (рис. 9). Отмечается еще большее новообразование сосудов как в соединительно-тканых перегородках, так и в самой жировой ткани (рис. 10). Только у одного животного жировая ткань почти исчезает.

Прорастание жировой ткани имплантата соединительной тканью. В центре — многоядерная гигантская клетка, отмечается так же лимфо-макрофагальная ин-

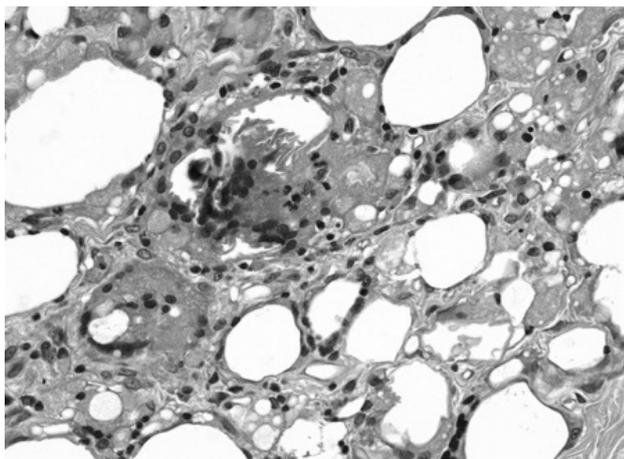


Рис. 1. Контрольная группа, 1 месяц.

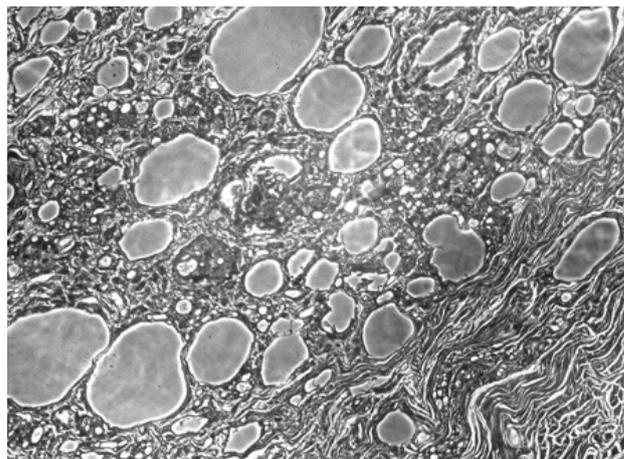


Рис. 2. Контрольная группа, 1 месяц.

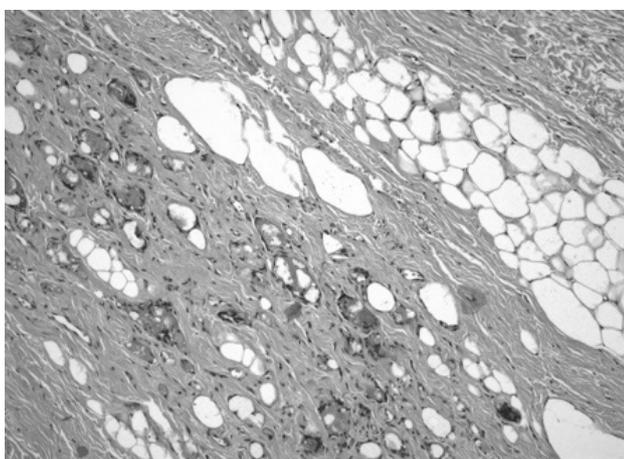


Рис. 3. Контрольная группа, 1 месяц.

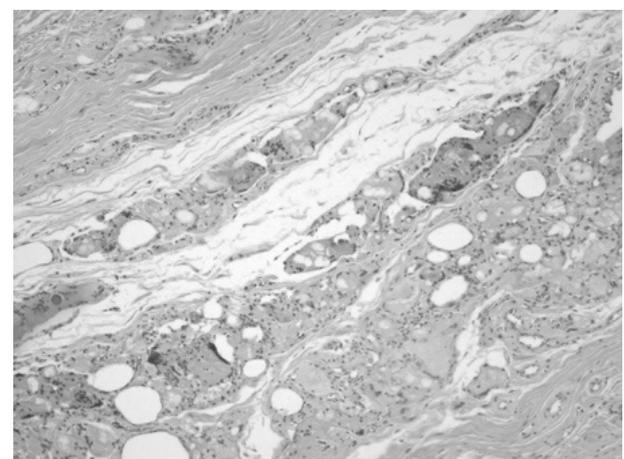


Рис. 4. Контрольная группа, 6 месяцев.

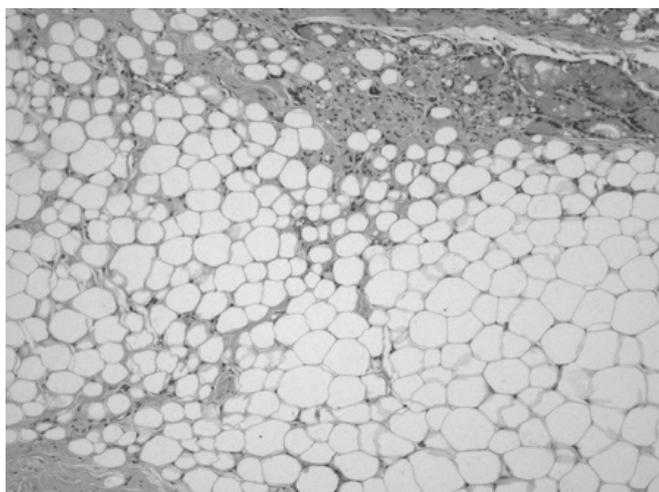


Рис. 5. Экспериментальная группа»,
1 месяц.

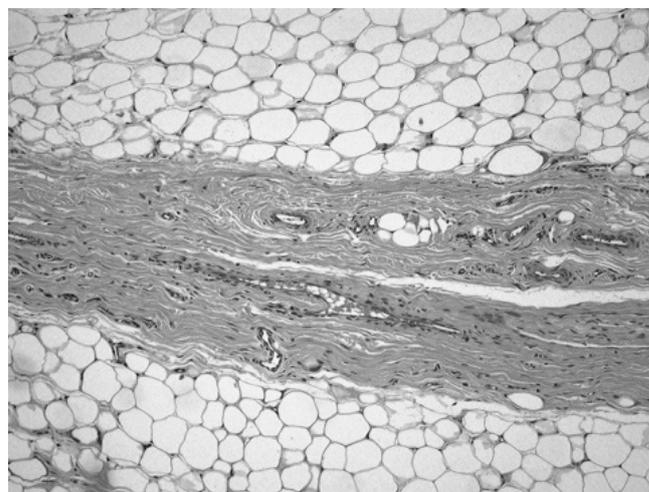


Рис. 6. Экспериментальная группа,
1 месяц.

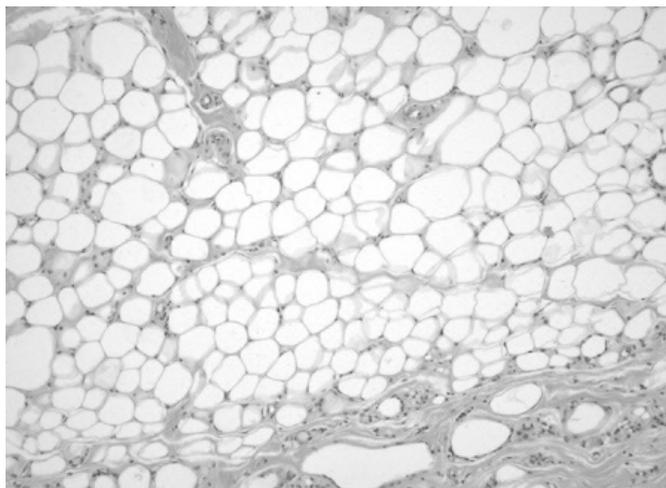


Рис. 7. Экспериментальная группа, 3 месяца.

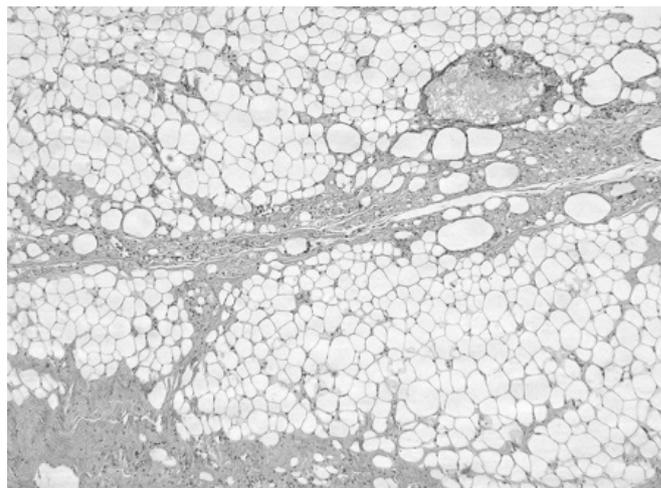


Рис. 8. Экспериментальная группа, 3 месяца.

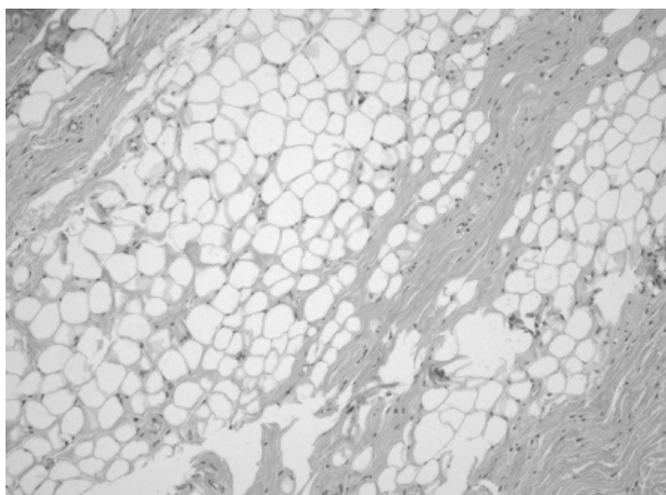


Рис. 9. Экспериментальная группа, 6 месяцев.

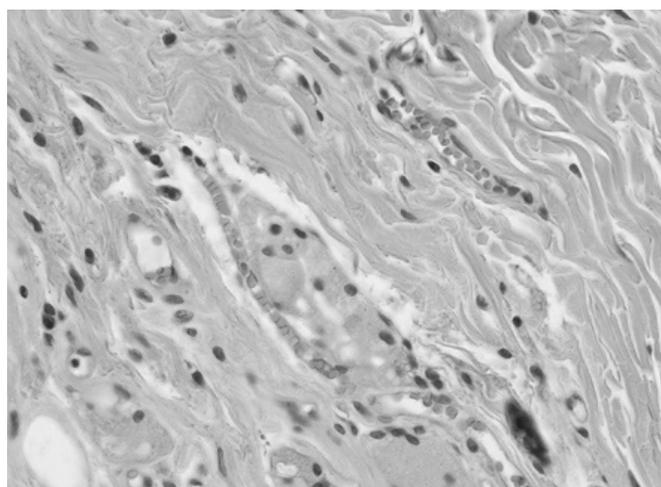


Рис. 10. Экспериментальная группа, 6 месяцев.

фильтрация и скопление бесструктурного жира. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 400.

Крупная олеогранулема в фиброзной ткани, замесившей жир. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 200.

При фазово-контрастной микроскопии отчетливо видны мелкие жировые капли в жировой ткани, пророщенной соединительной тканью. Увеличение x 200.

Большой участок жировой ткани, внизу — очаг резорбции жира. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 100.

Проращение тканей жирового имплантата фиброзной соединительной тканью с отдельными гигантскими клетками. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 100.

Неоваскуляризация в соединительнотканых тяжах. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 100.

Усиленная васкуляризация жировой ткани. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 200.

Относительно крупные конгломераты жировой ткани. Гем. и эоз. Ув. x 100.

Таблица 2. Уменьшение объема жировых аутотрансплантатов

Срок после операции	Контроль		Опыт		Значимость различий
	n	Me (Q ₁ ; Q ₃)	n	Me (Q ₁ ; Q ₃)	
1 месяц	5	2,0 (1,0; 2,25)	5	1,0 (1,0; 2,0)	$p_{ок} = 0,397$ $p_{к1-6} < 0,05$
3 месяца	5	4,0 (3,0; 4,0)	5	2,0 (1,0; 2,0)	$p_{ок} = 0,008$
6 месяцев	5	4,0 (3,75; 4,0)	5	2,0 (2,0; 2,25)	$p_{ок} < 0,001$

Примечание: $p_{ок}$ — достигнутая значимость различий между контрольной и опытной группой; $p_{к1-6}$ — достигнутая значимость различий между контрольными группами через 1 и 6 месяцев после операции.

Таблица 3. Балльная оценка резорбции жировых аутотрансплантатов

Срок после операции	Контроль		Опыт		Значимость различий
	n	Me (Q ₁ ; Q ₃)	n	Me (Q ₁ ; Q ₃)	
1 месяц	5	2,0 (0,75; 2,25)	5	2,0 (1,0; 2,0)	$p_{ок} = 1,000$
3 месяца	5	2,0 (1,75; 2,25)	5	2,0 (2,0; 2,25)	$p_{ок} = 0,690$
6 месяцев	5	1,0 (1,0; 3,0)	5	2,0 (1,75; 2,25)	$p_{ок} = 0,690$

Примечание: $p_{ок}$ — достигнутая значимость различий между контрольной и опытной группой.

Таблица 4. Балльная оценка фиброзирования жировых аутотрансплантатов

Срок после операции	Контроль		Опыт		Значимость различий
	n	Me (Q ₁ ; Q ₃)	n	Me (Q ₁ ; Q ₃)	
1 месяц	5	1,0 (1,0; 2,25)	5	1,0 (0,75; 2,0)	$p_{ок} = 0,486$ $p_{к1-3} < 0,05$ $p_{о1-6} < 0,05$
3 месяца	5	4,0 (3,0; 4,0)	5	2,0 (1,0; 2,0)	$p_{ок} = 0,008$
6 месяцев	5	1,0 (2,0; 3,25)	5	3,0 (2,0; 3,0)	$p_{ок} = 0,841$

Примечание: $p_{ок}$ — достигнутая значимость различий между контрольной и опытной группой; $p_{к1-3}$ — достигнутая значимость различий между контрольными группами через 1 и 3 месяца после операции; $p_{о1-6}$ — достигнутая значимость различий между опытными группами через 1 и 6 месяцев после операции.

Большое количество жировой ткани и очаг резорбции жира. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 50$.

Большое количество микрососудов с эритроцитами в просвете. Гем. и эоз. Увеличение $\times 400$.

Статистический анализ полученных результатов. Нормальность распределения значений параметров в исследуемых группах оценивали с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Так как распределение отличалось от нормального, данные представлены в виде медиан Me, верхних и нижних квартилей Q₁ и Q₂ вариационного ряда. Для выявления меж- и внутригрупповых различий использовали двусторонние непараметрические тесты: тест Манна-Уитни для сравнения двух

групп, ранговый дисперсионный анализ Краскала-Уоллеса и тест Тьюки для сравнения трех и более групп. Различия считали достоверными при достигнутом уровне значимости $p \leq 0,05$.

В контрольных группах уменьшение объема через 6 месяцев после операции было статистически значимо по сравнению с 1 месяцем ($p < 0,05$). В опытных группах объем значимо не уменьшался ($p = 0,09$) и достоверно отличался от контрольных значений через 3 месяца ($p = 0,008$) и 6 месяцев после операции ($p < 0,001$) (Таблица 2).

Степень резорбции в опытных и контрольных группах статистически значимо не различалась на всех сроках исследования (Таблица 3).

Выраженность фиброза в контрольных группах через 3 месяца после операции была значимо больше, чем через 1 месяц ($p < 0,05$). В экспериментальной группе степень фиброза достоверно возростала только через 6 месяцев после операции ($p < 0,05$). Через 3 месяца после операции выраженность фиброза в опытной группе была значимо меньше, чем в контрольной ($p = 0,008$), через 6 месяцев различия в степени фиброзирования в опытной и контрольной группе были недостоверными ($p = 0,690$) (Таблица 4).

Таким образом, в результате проведенных исследований достоверно доказано положительное влияние стволовых клеток на приживление жировых аутоотрансплантатов.

Обсуждение

Проведенное нами исследование представляет широкую картину патоанатомических механизмов, происходящих на разных сроках — это позволяет сделать многочисленные выводы и предположения, подтвержденные которым мы нашли в различных современных международных исследованиях.

На сроках 30 дней после пересадки в обеих ушных раковинах сохранялось значительное количество пересаженного материала, однако уже имелись признаки механизмов резорбции — мы отмечали признаки инфильтрации области макрофагами и гигантскими клетками, а также прорастанием трансплантата соединительной тканью. Исходя из гистологической картины, можно сделать косвенные выводы о том, что основные механизмы ревазуляризации происходят раннее. Это подтверждается исследованием команды специалистов во главе с Таканори Нисимура [19].

В контрольной группе на сроках 30 дней отмечается значительное улучшение выживаемости графтов, а также снижением воспалительных и резорбционных механизмов. Снижение воспалительной реакции связано с паракринными свойствами МСК, которые синтезируют медиаторы, уменьшающие признаки воспаления. Что же касается снижения резорбции пересаженного материала, то здесь стоит отметить наличие двух основных теорий позитивного воздействия МСК. Исследования *in vitro* и *in vivo* показали, что в условиях апоптоза и ишемии МСК делятся, мигрируют и дифференцируются в адипоциты и сосудистые клетки в качестве компенсации изменений, происходящих в процессе ремоделирования реципиентной области [20, 21, 22, 23, 24].

Однако, представление о том, что пересаженные стволовые клетки обладают способностью самостоятельно дифференцироваться для замены поврежден-

ных адипоцитов, эндотелиальных клеток и остеобластов постепенно оспаривается. Более поздние исследования утверждают, что для восстановления перфузии в ишемизированных тканях МСК высвобождают растворимые медиаторы паракринным способом [25, 26]. Хотя оба механизма подтверждены рядом исследований *in vitro* и в клинических исследованиях, наука все еще находится в стадии изучения и остается противоречивой, поскольку до сих пор неясно, является ли этот ангиогенетический эффект результатом собственной дифференцировки МСК или изменением микросреды тканей.

В контрольной группе на 3х месяцах после пересадки жировой ткани отмечалось резкое уменьшение объема пересаженного материала, а уже на 6 месяцах жировой ткани практически не определялось в 4х из 5ти случаев. Мы связываем это с продолжающимся апоптозом — запрограммированной гибелью клеток, вызванной генетически преобразованными сигналами. Хотя ранняя потеря объема может объясняться явлениями острого некроза, апоптоз должен быть причиной потери объема в более поздний период. Апоптотические клетки наблюдались с 30го дня, что может объяснить длительное снижение количества адипоцитов. Далее мертвые клетки и липидные капли были удалены макрофагами, что объясняет продолжающуюся потерю пересаженного материала. В условиях стабильной ишемии тканей апоптоз индуцируется цитокинами, инсулином, кортикостероидами и повышением температуры [27]. Клинические исследования потери веса среди онкологических больных на поздних стадиях показали, что оно вызвано фактором некроза опухоли- α , выделяемым опухолевыми клетками, которые запускают механизмы апоптоза адипоцитов [27].

На отдаленных сроках в контрольной группе остается более значимое количество пересаженных графтов с более выраженной капиллярной плотностью. Это подтверждает клиническую эффективность применения СКЖТ с целью позитивного влияния на механизмы ревазуляризации и снижения резорбции.

Онкологическая осторожность использования мезенхимальных стволовых клеток для обогащения жировой ткани.

Учитывая современные тенденции возросшего внимания исследователей к клеточному потенцированию, вероятно, количество подобных операций будет увеличиваться, а вместе с тем все более остро будет возникать вопрос онкологической безопасности. Основные исследования данного аспекта в мировой научной литературе связаны с реконструктивно-пластическими операциями среди пациенток, перенесших онкологию молочной железы.

Ранние серии исследований, в которых рассматривались и эстетические, и реконструктивные случаи пересадки жировой ткани показали, что заболеваемость раком груди не увеличилась [28]. Однако в них рассматривались различные подгруппы, включая пациентов с органосохраняющими операциями и повышенными рисками рецидивов, с недостаточным количеством онкологических данных, что затрудняет объективную оценку. Однако в более поздних исследованиях онкологическая безопасность траансплантации жировой ткани подтвердилась в сериях работ среди пациентов с перенесенным раком молочной железы и прошедших реконструкцию молочной железы. Кроновиц С. Дж. с соавторами сообщили о сравнительном исследовании большой группы пациентов — 719 наблюдений реконструкции с использованием пересадки жировой ткани и контрольной группы из 670 наблюдений без использования трансплантации жира. Авторы не обнаружили значительных различий в частоте локорегиональных рецидивов или системных заболеваний. В группе липотрансфера было проведено 305 профилактических мастэктомий, в том числе у пациентов с известными мутациями BRCA, и не было выявлено первичного рака груди после отсроченной трансплантации жира [29]. Ученые из Европейского института онкологии сообщили о полученных результатах трансплантации жира в область груди, где во всех исследованиях, за исключением одной работы, не выявлено связи между повышенными рисками рецидива или развитием метастатических процессов и ауто-трансплантацией жировой ткани [30, 31, 32]. В наиболее поздней публикации Пети Дж. Й. и другие исследовали 322 случая лечения интраэпителиальных неоплазий в течение 7 лет, и сообщили об отсутствии статических различий в локорегиональном рецидиве.

В отличие от случаев радикального иссечения, органосохраняющие операции подвержены повышенному риску рецидива под воздействием клеток-предшественников из жировой ткани или цитокинов в трансплантате обработанной ткани. Бренелли Ф. с коллегами представили результаты исследования 59 случаев среди пациентов, перенесших резекцию молочной железы с дальнейшим отсроченным липофиллингом с сроками наблюдения до шести месяцев, и пришли к заключению, что частота региональных рецидивов составила не более 4 процентов. При этом

стоит отметить, что резко возросла частота погрешностей при проведении контрольных инструментальных исследований. Юл А.А. с соавторами, напротив, сообщили о позитивных изменениях при оценке лабораторных изображений среди 42 пациентов, перенесших отсроченную трансплантацию аутологичного жира после органосохраняющих операций на молочной железе. Среди клинически важных наблюдений они отметили высокий уровень кист (85 процентов) и кальцификатов (21 процент) при последующих исследованиях [33].

Таким образом, несмотря на значительное количество публикаций, в настоящее время в научной литературе нет завершенных рандомизированных проспективных исследований, касающихся использования мезенхимальных стволовых клеток с целью обогащенной пересаживаемой жировой ткани, что оставляет вопрос открытым и крайне актуальным. Но уже сейчас можно сделать весомые выводы о безопасности и крайней необходимости ауто-трансплантации жировой ткани.

Заключение

Результаты проведенного экспериментального исследования показали, что обогащение пересаженной жировой ткани мезенхимальными стволовыми клетками позволяет не только усовершенствовать стандартную процедуру липофилинга, но и значительно повлиять на выживаемость жировых трансплантатов за счет усиления неоваскуляризации, снижения явлений резорбции и фиброза последних. Применение в пластической хирургии и регенеративной медицине инновационных клеточных технологий может позволить достичь стабильных результатов в коррекции дефектов мягких тканей лица и тела в результате однократного проведения пересадки жировой ткани.

Тем не менее, необходимо дальнейшее изучение и проведение обширных доклинических и клинических исследований с целью увеличения эффективности исследуемого метода и расширение знаний в технических аспектах, таких как симультанное использование различных стимулирующих факторов роста, исследование их оптимальных концентраций, а также более точное понимание реципиентной емкости и плотности пересаживаемого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. ISAPS international survey on aesthetic/cosmetic procedures performed in 2020. URL: https://www.isaps.org/wp-content/uploads/2022/01/ISAPS-Global-Survey_2020.pdf (дата обращения 22.07.2022).
2. Negenborn V.L., Groen J.W., Smit J.M., Niessen F.B., Mullender M.G. The use of autologous fat grafting for treatment of scar tissue and scar-related conditions: A systematic review. URL: https://www.researchgate.net/publication/288663630_The_Use_of_Autologous_Fat_Grafting_for_Treatment_of_Scar_Tissue_and_Scar-Related_Conditions_A_Systematic_Review (дата обращения 22.07.2022).

3. Chajchir A. Fat injection: Long-term follow-up. *Aesthetic Plast Surg.* 1996. 20. PP. 291–296.
4. Bucky L.P., Percec I. The science of autologous fat grafting: Views on current and future approaches to neoadipogenesis. *Aesthet Surg J.* 2008. 28. PP. 313–321.
5. Niechajev I, Sevcuk O. Long-term results of fat transplantation: Clinical and histologic studies. *Plast Reconstr Surg.* 1994. 94. PP. 496–506
6. Hamed S., Egozi D., Kruchevsky D., Teot L., Gilhar A., Ullmann Y. Erythropoietin improves the survival of fat tissue after its transplantation in nude mice. *PLoS One.* 2010. Nov 15. 5(11): e13986. doi: 10.1371/journal.pone.0013986. PMID: 21085572; PMCID: PMC2981551.
7. Yuksel E., Weinfeld A.B., Cleek R., Wamsley S., Jensen J., Boutros S., Waugh J.M., Shenaq S.M., Spira M. Increased free fat-graft survival with the long-term, local delivery of insulin, insulin-like growth factor-I, and basic fibroblast growth factor by PLGA/PEG microspheres. *Plast Reconstr Surg.* 2000. Apr. 105(5). PP. 1712–20. doi: 10.1097/00006534-200004050-00017. PMID: 10809102.
8. Phipps K.D., Gebremeskel S., Gillis J., Hong P., Johnston B., Bezuhly M. Alternatively activated M2 macrophages improve autologous Fat Graft survival in a mouse model through induction of angiogenesis. *Plast Reconstr Surg.* 2015. Jan. 135(1). PP. 140–149. doi: 10.1097/PRS.0000000000000793. PMID: 25539302.
9. Salgarello M., Visconti G., Rusconi A. Breast fat grafting with platelet-rich plasma: a comparative clinical study and current state of the art. *Plast Reconstr Surg.* 2011. Jun;127(6). PP. 2176–2185. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182139fe7. PMID: 21617451.
10. Miranville A., Heeschen C., Sengenès C., Curat C.A., Busse R., Bouloumié A. Improvement of postnatal neovascularization by human adipose tissue-derived stem cells. *Circulation.* 2004 Jul 20. 110(3). PP. 349–55. doi: 10.1161/01.CIR.0000135466.16823.D0. Epub 2004 Jul 6. PMID: 15238461.
11. McIntosh K., Zvonic S., Garrett S., Mitchell J.B., Floyd Z.E., Hammill L., Kloster A., Di Halvorsen Y., Ting J.P., Storms R.W., Goh B., Kilroy G., Wu X., Gimble J.M. The immunogenicity of human adipose-derived cells: temporal changes in vitro. *Stem Cells.* 2006. May 24(5). PP. 1246–53. doi: 10.1634/stemcells.2005-0235. Epub 2006 Jan 12. PMID: 16410391.
12. Peltoniemi H.H., Salmi A., Miettinen S., Mannerström B., Saariemi K., Mikkonen R., Kuokkanen H., Herold C. Stem cell enrichment does not warrant a higher graft survival in lipofilling of the breast: a prospective comparative study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2013 Nov. 66(11). PP. 1494–503. doi: 10.1016/j.bjps.2013.06.002. Epub 2013 Jul 8. PMID: 23845909.
13. Wang L., Luo X., Lu Y., Fan Z.H., Hu X. Is the Resorption of Grafted Fat Reduced in Cell-Assisted Lipotransfer for Breast Augmentation? *Ann Plast Surg.* 2015 Aug;75(2). PP. 128–34. doi: 10.1097/SAP.0000000000000068. PMID: 24691331.
14. Gentile P., Di Pasquali C., Bocchini I. et al. Breast reconstruction with autologous fat graft mixed with platelet-rich plasma. *Surg. Innov.* 2012. 20 (4). PP. 370–376.
15. Fiaschetti V, Pistolesi CA, Fornari M et al. Magnetic resonance imaging and ultrasound evaluation after breast autologous fat grafting combined with platelet-rich plasma. *Plast Reconstr Surg* 2013. № 132. PP. 498–509.
16. Hamed S., Egozi D., Kruchevsky D., Teot L., Gilhar A., Ullmann Y. Erythropoietin improves the survival of fat tissue after its transplantation in nude mice. *PLoS One.* 2010 Nov 15. 5(11). e13986. doi: 10.1371/journal.pone.0013986. PMID: 21085572; PMCID: PMC2981551.
17. Yuksel E., Weinfeld A.B., Cleek R., Wamsley S., Jensen J., Boutros S., Waugh J.M., Shenaq S.M., Spira M. Increased free fat-graft survival with the long-term, local delivery of insulin, insulin-like growth factor-I, and basic fibroblast growth factor by PLGA/PEG microspheres. *Plast Reconstr Surg.* 2000 Apr. 105(5). PP. 1712–1720. doi: 10.1097/00006534-200004050-00017. PMID: 10809102.
18. Zuk P.A., Zhu M., Ashjian P. Human adipose tissue is a source of multipotent stem cells. // *Molecular Biology of the Cell.* 2002. Vol. 13. P. 4279–4295.
19. Nishimura T., Hashimoto H., Nakanishi I., Furukawa M. Microvascular angiogenesis and apoptosis in the survival of free fat grafts. *Laryngoscope.* 2000 Aug;110(8). PP. 1333–1338. doi: 10.1097/00005537-200008000-00021. PMID: 10942136.
20. Brzoska M., Geiger H., Gauer S., Baer P. Epithelial differentiation of human adipose tissue-derived adult stem cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 2005. Apr 29;330(1). PP.142–150. doi: 10.1016/j.bbrc.2005.02.141. PMID: 15781243.
21. Altman A.M., Yan Y., Matthias N., Bai X., Rios C., Mathur A.B., Song Y.H., Alt E.U. IFATS collection: Human adipose-derived stem cells seeded on a silk fibroin-chitosan scaffold enhance wound repair in a murine soft tissue injury model. *Stem Cells.* 2009. Jan. 27(1). PP. 250–258. doi: 10.1634/stemcells.2008-0178. PMID:
22. Sasaki M., Abe R., Fujita Y., Ando S., Inokuma D., Shimizu H. Mesenchymal stem cells are recruited into wounded skin and contribute to wound repair by transdifferentiation into multiple skin cell type. *J Immunol.* 2008 Feb 15. 180(4). PP. 2581–2587. doi: 10.4049/jimmunol.180.4.2581. PMID: 18250469.
23. Cao Y., Sun Z., Liao L., Meng Y., Han Q., Zhao R.C. Human adipose tissue-derived stem cells differentiate into endothelial cells in vitro and improve postnatal neovascularization in vivo. *Biochem Biophys Res Commun.* 2005 Jul 1. 332(2). PP. 370–379. doi: 10.1016/j.bbrc.2005.04.135. PMID: 15896706.
24. Uysal A.C., Mizuno H., Tobita M., Ogawa R., Hyakusoku H. The effect of adipose-derived stem cells on ischemia-reperfusion injury: immunohistochemical and ultrastructural evaluation. *Plast Reconstr Surg.* 2009 Sep. 124(3). PP. 804–815. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181b17bb4. PMID: 19730299.
25. Prockop D.J., Kota D.J., Bazhanov N., Reger R.L. Evolving paradigms for repair of tissues by adult stem/progenitor cells (MSCs). *J Cell Mol Med.* 2010. Sep. 14(9). PP. 2190–9. doi: 10.1111/j.1582-4934.2010.01151.x. PMID: 20716123; PMCID: PMC3489272.
26. Rubina K., Kalinina N., Efimenko A., Lopatina T., Melikhova V., Sysoeva V., Tkachuk V., Parfyonova Y. Adipose stromal cells stimulate angiogenesis via promoting progenitor cell differentiation, secretion of angiogenic factors, and enhancing vessel maturation. *Tissue Eng Part A.* 2009 Aug. 15(8). PP. 2039–2050. doi: 10.1089/ten.tea.2008.0359. PMID: 19368510.
27. Prins J.B., Walker N.I., Winterford C.M., Cameron D.P. Human adipocyte apoptosis occurs in malignancy. *Biochem Biophys Res Commun.* 1994. Nov 30. 205(1). PP. 625–30. doi: 10.1006/bbrc.1994.2711. PMID: 7999091.
28. Delay E., Garson S., Tousson G., Sinna R. Fat injection to the breast: technique, results, and indications based on 880 procedures over 10 years. *Aesthet Surg J.* 2009. Sep-Oct. 29(5). PP. 360–76. doi: 10.1016/j.asj.2009.08.010. PMID: 19825464.

29. Kronowitz S.J., Mandujano C.C., Liu J., Kuerer H.M., Smith B., Garvey P., Jaggi R., Hsu L., Hanson S., Valero V. Lipofilling of the Breast Does Not Increase the Risk of Recurrence of Breast Cancer: A Matched Controlled Study. *Plast Reconstr Surg*. 2016 Feb. 137(2). PP. 385–393. doi: 10.1097/01.prs.0000475741.32563.50. PMID: 26818270.
30. Petit J.Y., Botteri E., Lohsiriwat V., Rietjens M., De Lorenzi F., Garusi C., Rossetto F., Martella S., Manconi A., Bertolini F., Curigliano G., Veronesi P., Santillo B., Rotmensz N. Locoregional recurrence risk after lipofilling in breast cancer patients. *Ann Oncol*. 2012 Mar. 23(3). PP. 582–588. doi: 10.1093/annonc/mdr158. Epub 2011 May 24. PMID: 21610155.
31. Petit J.Y., Maisonneuve P., Rotmensz N., Bertolini F., Rietjens M. Fat Grafting after Invasive Breast Cancer: A Matched Case-Control Study. *Plast Reconstr Surg*. 2017 Jun. 139(6). PP. 1292–1296. doi: 10.1097/PRS.0000000000003339. PMID: 28538546.
32. Petit J.Y., Rietjens M., Botteri E., Rotmensz N., Bertolini F., Curigliano G., Rey P., Garusi C., De Lorenzi F., Martella S., Manconi A., Barbieri B., Veronesi P., Intra M., Brambullo T., Gottardi A., Sommario M., Lomeo G., Iera M., Giovinazzo V., Lohsiriwat V. Evaluation of fat grafting safety in patients with intraepithelial neoplasia: a matched-cohort study. *Ann Oncol*. 2013. Jun. 24(6). PP.1479–1484. doi: 10.1093/annonc/mds660. Epub 2013 Feb 7. PMID: 23393126.
33. Juhl A.A., Redsted S., Engberg Damsgaard T. Autologous fat grafting after breast conserving surgery: Breast imaging changes and patient-reported outcome. *J. Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2018. Nov. 71(11). PP. 1570–1576. doi: 10.1016/j.bjps.2018.08.012. Epub 2018 Aug 24. PMID: 30236874.

© Даштоян Георгий Эдуардович (George_dash@hotmail.com), Старцева Олеся Игоревна (ostarceva@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В ТКАНЯХ ДЕСНЫ НА ЭТАПАХ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРОТРУЗИИ ЗУБОВ НА ФОНЕ ГЕНЕРАЛИЗОВАННОГО ПАРОДОНТИТА СРЕДНЕЙ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ

DYNAMICS OF MICROCIRCULATION INDICES IN GUM TISSUES AT THE STAGES OF TEETH PROTRUSION ORTHODONTIC TREATMENT AGAINST THE BACKGROUND OF MODERATE SEVERITY GENERALIZED PERIODONTITIS

K. Evnevich

Summary. Relevance. According to literature data, dental anomalies and deformities occupy one of the leading places among the causes of periodontal diseases being revealed in 63% of patients. One third of this group of patients need specialized orthodontic treatment. Periodontal disease most frequently occurs alongside with teeth position anomalies of varying severity. Crowded position of the anterior teeth accounts for 73% of cases, and protrusion — for 67%. Research data suggest that the use of laser Doppler flowmetry makes it possible to investigate not only the functional state of blood circulation in gum tissues but also its dynamics during therapy and to analyze the effectiveness of the use of various means and methods of exposure.

Objective: to conduct a comparative analysis of hemodynamics in the gums according to laser Doppler flowmetry in patients with chronic generalized periodontitis of moderate severity and in patients with healthy periodontium at the stages of orthodontic treatment.

Material and methods: Examination and complex treatment of 70 patients aged 35–44 years with protrusion of the frontal group of teeth was carried out, the patients being divided into 3 groups. The first group (comparison group) included 20 patients with healthy periodontium, the second (main group) — 50 patients with moderate severity periodontitis. This group was divided into subgroups 2a and 2b, depending on the type of traction used in orthodontic correction.

Results. In first group patients, the values of the indices of gingival mucosa capillary blood flow characterize the blood circulation in the gingival microvessels as effective, allowing the periodontal tissues to function in the optimal mode. In patients with moderate severity periodontitis (group 2), the results obtained differ significantly, which indicates a decrease in tissue oxygen saturation, a 22% decrease in the intensity of capillaries blood flow, and the functional state of the periodontium.

Евневич Кирилл Андреевич

Ассистент, ФГБОУ ВО СГМУ «Смоленский
государственный медицинский университет»

Минздрава РФ

evnevich.stom@mail.ru

Аннотация. Актуальность. По данным литературы зубочелюстные аномалии и деформации занимают одно из ведущих мест среди причин заболеваний пародонта и выявлены у 63% обследованных. Треть из этой группы пациентов нуждаются в специализированной ортодонтической помощи. Чаще всего заболевания пародонта встречаются при аномалии положения зубов различной степени выраженности. На долю скученного положения передних зубов приходится 73% случаев, а на протрузию — 67%. Данные исследований свидетельствуют, что применение метода лазерной доплеровской флоуметрии позволяет исследовать не только функциональное состояние кровообращения в тканях десны, но и его динамику при проведении лечебных мероприятий, проанализировать эффективность применения различных средств и методов воздействия.

Цель: провести сравнительный анализ гемодинамики в десне по данным лазерной доплеровской флоуметрии у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом средней степени тяжести и здоровым пародонтом на этапах ортодонтического лечения.

Материалы и методы: проведено обследование и комплексное лечение 70 пациентов в возрасте 35–44 лет с протрузией фронтальной группы зубов, которые были разделены на 3 группы. Первую группу (группу сравнения) составили 20 пациентов со здоровым пародонтом, вторую (основную) — 50 пациентов с пародонтитом средней степени тяжести. Эта группа была разделена на подгруппы 2«а» и 2«б», в зависимости от вида тяги, используемой при ортодонтической коррекции.

Результаты. У пациентов первой группы значения показателей капиллярного кровотока слизистой оболочки десны характеризуют кровообращение в микрососудах десны как эффективное, позволяющее функционировать тканям пародонта в оптимальном режиме. У пациентов с пародонтитом средней степени тяжести (2 группа) полученные результаты значительно отличаются, что свидетельствует об уменьшении насыщения тканей кислородом, о снижении на 22% интенсивности кровотока в капиллярах, функционального состояния пародонта.

Выводы. Полученные результаты исследования позволили выявить ряд закономерностей. Параметры капиллярного кровотока слизистой оболочки десны у пациентов с генерализованным пародонтитом средней степени тяжести снижены на 22% по сравнению с аналогичными при здоровом

Conclusions. The results of the study made it possible to identify a number of regularities. The parameters of gingival mucosa capillary blood flow in patients with moderate severity generalized periodontitis are reduced by 22% compared to healthy periodontium. The degree of decrease in the values of blood microcirculation in the gingival mucosa depends on the magnitude of the applied orthodontic force.

Keywords: orthodontic correction, dentoalveolar deformities, periodontitis, microcirculation of blood in the gum, protrusion.

Введение

Зубочелюстные аномалии и деформации занимают одно из ведущих мест среди причин заболевания пародонта и по данным исследователей выявлены у 63% обследованных [1, 2, 3]. Авторы отмечают, что треть из этой группы пациентов нуждаются в специализированной ортодонтической помощи. Чаще всего заболевания пародонта встречаются при аномалии положения зубов различной степени выраженности. На долю скученного положения передних зубов приходится 73% случаев, а на протрузию — 67% [4].

Применяемый в практической стоматологии алгоритм лечения пациентов с заболеваниями пародонта подразумевает комплексный подход к перечню и последовательности стоматологических манипуляций, что дает возможность устранить травматические окклюзионные нарушения, улучшить состояние гемодинамики тканей пародонта и его компенсаторной функции.

Во время ортодонтического лечения необходимо учитывать состояние трофики тканей пародонта, что позволяет избежать появления и прогрессирования воспалительных процессов в околозубных тканях, которые препятствуют перемещению зубов [5].

Параллельное воздействие ортодонтической силы и воспалительных явлений на ткани пародонта способствует ухудшению функционального состояния зубодесневого комплекса, в результате чего клиническая картина усугубляется и наблюдается прогрессирующее заболевание и увеличение степени его тяжести.

Перемещение зубов под действием ортодонтической силы сопровождается различными морфологическими изменениями в тканях пародонта, степень выраженности которых зависит от силы воздействия [6].

пародонте. Степень снижения значений показателей микроциркуляции крови в слизистой оболочке десны зависит от величины приложенной ортодонтической силы.

Ключевые слова: ортодонтическая коррекция, зубочелюстные деформации, пародонтит, микроциркуляция крови в десне, протрузия.

Литературные данные разноречивы в отношении ортодонтической коррекции у пациентов с нездоровым пародонтом.

Определять показания к исправлению зубочелюстных аномалий и деформаций у взрослых с воспалительными заболеваниями пародонта с осторожностью, так как возможен переход хронической стадии в острую и развитие осложнений [7]. Аналогичной позиции придерживаются К.Н. Rateitschak; R. Gyawali, B. Bhattarai [8, 9], более того они считают, что фоновые заболевания пародонта являются абсолютным противопоказанием к ортодонтическому перемещению зубов.

Планирование ортодонтического лечения с использованием несъемной техники должно учитывать исходное состояние пародонта [10,11].

Применение стандартных ортодонтических сил у пациентов со здоровым пародонтом способствует перестройке клеток пародонта в условиях, максимально приближенных к физиологическим, при чем структурные элементы пародонтальных тканей восстанавливаются, формируя стенки лунки зуба. Воздействие же аналогичной силовой нагрузки на зубы вовремя ортодонтического лечения у пациентов с пародонтитом приводит к негативным, иногда необратимым, последствиям со стороны тканей пародонта: рецессии десны и резорбции кости альвеолярных отростков [11].

Показатели микроциркуляции кровеносного русла пародонта определяют способность тканей осуществлять свою функцию, а нарушения капиллярного кровообращения являются одним из важных патогенетических звеньев пародонтита.

Данные литературы свидетельствуют, что применение метода лазерной доплеровской флоуметрии позволяет исследовать не только функциональное со-

Таблица 1. Средние значения показателей микроциркуляции десны у пациентов до ортодонтического лечения

Показатели микроциркуляции десны	1 группа (n=20)	2«а» группа (n=25)	2«б» группа (n=25)
M (перф.ед)	17,4±0,55	13,4±0,21	13,6±0,17
σ (перф.ед)	2,6±0,26	1,6±0,47	1,5±0,42
Kv (%)	15,3±0,27	12,1±2,17	11,9±2,08

стояние кровообращение в тканях десны, но и его динамику при проведении лечебных мероприятий, проанализировать эффективность применения различных средств и методов воздействия [6, 8].

Цель исследования

Провести сравнительный анализ гемодинамики в десне по данным лазерной доплеровской флоуметрии у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом средней степени тяжести и здоровым пародонтом на этапах ортодонтического лечения.

Материалы и методы

Проведено обследование и комплексное лечение 70 пациентов в возрасте 35–44 лет с протрузией фронтальной группы зубов, которые были разделены на 3 группы. Первую группу (группу сравнения) составили 20 пациентов со здоровым пародонтом, вторую (основную) — 50 пациентов с пародонтитом средней степени тяжести. Эта группа была разделена на подгруппы 2«а» и 2«б», в зависимости от вида тяги, используемой при ортодонтической коррекции.

У 25 пациентов (2«а» группа) ортодонтическое лечение проводили техникой прямой дуги согласно общепринятым алгоритмам, а во 2«б» группе (25 человек) — техникой прямой дуги с использованием малой силы, согласно предложенному нами протоколу.

Пациентов курируемых групп на первичное обследование назначали после прохождения (по показаниям) курса пародонтологического лечения у соответствующих специалистов объединения стоматологических клиник «ОРТОС». Первый обязательный этап лечебно-профилактических мероприятий при хроническом генерализованном пародонтите средней степени тяжести направлен на уменьшение воспалительных явлений в тканях пародонта.

Для изучения микроциркуляции в пародонте мы использовали лазерный анализатор капиллярного кровотока — «ЛАКК-01», который состоит из блока

управления, выносного световодного кабеля и сетевого шнура.

Исследование микроциркуляции в тканях десны проводили в положении пациента сидя в стоматологическом кресле в дневное время суток. Обязательно выясняли наличие сердечно-сосудистых заболеваний, особенности гипертонической болезни, уровень «рабочего» давления и прием антигипертензивных препаратов. Пациенты с таким анамнезом были исключены из групп исследования. Предварительно у всех измеряли частоту пульса, уровень артериального давления, частоту дыхательных движений. Источник света анализатора подводили к исследуемой области с помощью световодного кабеля (стекловолокна) со стальным наконечником. Продолжительность измерения — 1 минута, объем — 1,5 мм³. Запись доплерограммы осуществляли на уровне средней трети десны в зоне рецезов. Исследования гемодинамики пародонта проводили на разных сроках ортодонтического лечения до наложения эластической цепочки (T₀), через 1, 2, 3 недели после наложения (T₁, T₂, T₃) и через 1, 2, 3 недели после снятия (T₄, T₅, T₆).

Компьютер автоматически вычислял следующие статистические характеристики ПМ: среднее арифметическое значение — M, среднее квадратичное отклонение среднего арифметического — СКО (σ), коэффициент вариации — Kv.

Результаты исследования

Состояние микроциркуляции в десне до ортодонтического лечения у пациентов 1 и 2 групп представлено в таблице 1. У пациентов с пародонтитом средней степени тяжести (группы 2«а» и 2«б») показатели значительно ниже, чем в первой группе (дисперсионный анализ, p = 0,011), что обусловлено воспалительным процессом в десне и, как следствие этого, ухудшение микроциркуляции.

Следует отметить, что показатель микроциркуляции (ПМ) у пациентов заболеваниями пародонта снижен на 22%.

Таблица 2. Показатели микроциркуляции у пациентов всех групп на этапах лечения

Показатели	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
1 группа								
M (перф.ед)	15,4± 0,56	13,3±0,57	10,5±0,56	10,3±0,57	11,0±0,66	13,8±0,54	14,5±1,08	17,8±0,77
σ (перф.ед)	2,3± 0,18	2,0± 0,1	1,6± 0,02	1,6±0,02	1,7±0,01	1,67±0,02	2,2± 0,02	2,8±0,02
Kv (%)	13,5± 0,25	9,7± 0,07	9,3± 0,1	9,1±0,08	9,1±0,08	12,3±0,15	13,0±0,20	15,5±0,27
2«а» группа								
M (перф.ед)	11,4± 0,12	9,3± 0,05	8,1± 0,06	7,3±0,09	8,2± 0,06	9,2± 0,05	10,4±0,1	12,6±0,15
σ (перф.ед)	1,3± 0,47	1,0± 0,47	0,8± 0,49	0,8±0,43	0,8± 0,49	1,0± 0,49	1,1± 0,49	1,4± 0,49
Kv (%)	10,0± 2,17	8,2± 2,17	7,1± 2,17	6,5±2,17	7,0± 2,17	8,1± 2,17	9,2± 2,17	11,2±2,14
2«б» группа								
M (перф.ед)	11,4± 0,12	11,1±0,03	10,4±0,04	9,5±0,04	10,8±0,03	11,1±0,06	11,2±0,13	13,6±0,25
σ (перф.ед)	1,3± 0,47	1,2± 0,47	1,2± 0,47	1,1±0,47	1,2± 0,47	1,2± 0,47	1,3± 0,47	1,5± 0,48
Kv (%)	10,0± 2,17	9,6± 2,17	9,1± 2,17	8,2±2,17	9,4± 2,17	9,7± 2,17	9,8± 2,17	11,8±2,1

Динамика исследуемых показателей на этапах ортодонтической коррекции представлена в таблице 2.

Проанализировав данные таблицы 2, можно выявить принципиальное действие эластической тяги на перемещаемые зубы. Во всех группах при наложении тяги наблюдается снижение показателей микроциркуляции в различной степени, после снятия тяги гемодинамика восстанавливается. В процессе комплексного лечения у пациентов всех групп отмечаются статистически значимые изменения показателя микроциркуляции.

Обсуждение

У пациентов первой группы значения показателей капиллярного кровотока слизистой оболочки десны характеризуют кровообращение в микрососудах десны как эффективное, позволяющее функционировать тканям пародонта в оптимальном режиме. У пациентов с пародонтитом средней степени тяжести (2 группа) полученные результаты значительно отличаются (дисперсионный анализ, $p = 0,011$), что свидетельствует об уменьшении насыщения тканей кислородом, о снижении на 22% интенсивности кровотока в капиллярах, функционального состояния пародонта.

Наложение эластической цепочки на перемещаемые зубы у всех пациентов сопровождается снижением всех исследуемых параметров микроциркуляции, что объясняется изменением капиллярного кровото-

ка в тканях пародонта, при чем снижение выражено больше у пациентов с генерализованным пародонтитом средней степени тяжести (2 группа), что указывает на значительные нарушения транскапиллярного обмена, на худший уровень кровообращения в исследуемых зонах слизистой оболочки десны в исходно ослабленном пародонте, чем у пациентов со здоровым пародонтом.

Необходимо отметить, что использование меньшей ортодонтической силы у пациентов с заболеваниями пародонта (группа 2 «б») вызывает менее выраженные нарушения капиллярного кровотока, чем применение традиционных сил. Через 3 недели после наложения эластической тяги, показатель микроциркуляции достигает во 2«а» группе — 7,31 перф.ед., во 2«б» — 9,51 перф.ед. Таким образом, проанализировав снижение показателя микроциркуляции крови в течении трех недель, можно сделать вывод, что степень снижения значения параметров микроциркуляции крови в слизистой оболочке десны, зависит от величины силы действующей цепочки.

Положительная динамика исследуемых параметров гемодинамики в микроциркуляторном русле десны наблюдается во всех группах после снятия эластической цепочки. Микроциркуляция в тканях пародонта после снятия тяги через 1 неделю в обоих (2 «а» и 2 «б») группах улучшается, о чем свидетельствуют полученные результаты измерения показателя микроциркуляции.

В 2«б» группе более высокие показатели — 10,8 перф.ед, а в 2«а» по прежнему самый низкий — 8,24 перф.ед. Через две и три недели после снятия эластической цепочки показатели восстанавливаются, в 2 «а» группе — 9,2 перф.ед. и 10,4 перф.ед соответственно, а в 2 «б» группе — 11,1 перф.ед и 11,2 перф.ед. Различия статистически значимы (тест Стьюдента для независимых переменных, критерий Саттертуайта, $p < 0,05$). Таким образом, при анализе динамики микроциркуляции крови показатели у пациентов в группе 2 «а» (применение цепочки стандартной силы) резко снижались и скачкообразно восстанавливались. У пациентов 2 «б» группы, ортодонтическое лечение проводили с использованием тяги малой силы, в следствии чего, динамика показателей микроциркуляции крови более плавная, то есть после наложения тяги в течении трех недель прошло постепенное снижение значений, а после прекращения действия тяги — постепенное восстановление состояния слизистой оболочки десны близкое к первоначальному.

Выводы

Полученные результаты исследования позволили выявить ряд закономерностей. Параметры капиллярного кровотока слизистой оболочки десны у пациентов

с генерализованным пародонтитом средней степени тяжести снижены на 22% по сравнению с аналогичными при здоровом пародонте.

Наложение эластической цепочки на перемещаемые зубы сопровождается снижением всех исследуемых параметров микроциркуляции, что объясняется изменением капиллярного кровотока в тканях пародонта, при чем снижение выражено больше у пациентов с генерализованным пародонтитом средней степени тяжести. Восстановление капиллярного кровотока в тканях десны на этапах ортодонтического лечения происходит быстрее при использовании для перемещения зубов малых по величине сил.

Степень снижения значений показателей микроциркуляции крови в слизистой оболочке десны зависит от величины приложенной ортодонтической силы.

Таким образом, динамика показателей микроциркуляции в тканях десны на этапах ортодонтического лечения протрузии зубов на фоне генерализованного пародонтита средней степени тяжести свидетельствует о формировании благоприятных условий в пародонте для перемещения зубов при использовании тяги малой силы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Образцов Ю.Л., Ларионов С.Н. Пропедевтическая ортодонтия: учебное пособие / Ю.Л. Образцов, С.Н. Ларионов. — СПб.: СпецЛит, 2007. — 160 с.
2. Бойко Е.А., Аббасова Д.А., Ахмеров Р.Р. Формализация оценки эстетики лица путем аналитического описания его поверхности // Институт стоматологии. 2009. — № 1. — С. 91–93.
3. Emshoff R, Möschen I, Strobl H. Use of laser Doppler flowmetry to predict vitality of luxated or avulsed permanent teeth // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. — 2004. V. 98. — № 6. — P. 750–5.
4. Иванов В.С. Заболевания пародонта / В.С. Иванов. М.: Медицинское информационное агентство, 2006. — С. 47–89.
5. Ермольев С.Н., Состояние функциональной окклюзии и жевательных мышц в ретенционном периоде ортодонтического лечения / М.А. Белоусова, С.Н. Ермольев // Стоматология для всех. — 2018. — № 1. — С. 52–55. — Библиогр.: с. 55 (17 назв.)
6. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force // A m.J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2006. — Vol. 129, № 4. -P. 469.
7. Спицына О.Б. Разработка критериев и уровней оценки качества ортодонтического лечения / О.Б. Спицына, В.Н. Трезубов, В.В. Трезубов, О.А. Волковой Институт стоматологии. — 2017. № 74 (1). — С. 54.
8. Rateitschak K.H. Color atlas of dental medicine. Periodontology / K.H. Rateitschak, H.F. Wolf. 3 rd revised and expanded ed. — Thieme, 2005. — p. 691.
9. Gyawali R, Bhattarai B. Orthodontic Management in Aggressive Periodontitis // Int. Sch. Res. Notices, 2017, Vol. 16: 8098154.
10. Zachrisson B.U. Effects of mandibular incisor extraction on anterior occlusion in adults with Class III malocclusion and reduced overbite / E. Faerovig, B.U. Zachrisson // A m.J. Orthod Dentofacial Orthop. 2008. — Vol. 115, № 2. — P. 113–24.
11. Чернявская М.В., Саркарат М.Р. Опыт применения брекет-системы Damon для повышения качества ортодонтического лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями // Современная стоматология. 2014. № 1 (58).

© Евневич Кирилл Андреевич (evnevich.stom@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ ИНФЕКЦИИ, ВЫЗВАННОЙ ВИРУСОМ SARS-COV-2, НА СОСТОЯНИЕ ЖЕНСКОЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ У ПАЦИЕНТОК, КОТОРЫМ ПРОВОДИТСЯ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЕ ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

THE EFFECT OF INFECTION CAUSED BY SARS-COV-2 VIRUSES ON THE STATE OF THE FEMALE REPRODUCTIVE SYSTEM IN PATIENTS WHO ARE IN VITRO FERTILIZATION

*D. Kalimatova
Yu. Dobrokhotova*

Summary. There are increasing reports of the impact of SARS-CoV-2 on the menstrual cycle, hormonal status, endometrium, ovarian reserve, follicular fluid, oocytes and embryos. At the same time, there is no unequivocal information about the potential impact of the disease on fertility in women, as well as about the alleged violations of reproductive function. The study of the relationship between COVID-19 infection and subsequent disorders in the reproductive system will provide new data on the state of fertility in recovered patients who are scheduled for in vitro fertilization. To date, quite pronounced, but at the same time reversible changes in the menstrual cycle in women who have undergone COVID-19, moderately pronounced changes in the ovarian reserve and hormonal balance have been demonstrated. The maximum impact of SARS-CoV-2 infection is observed in relation to the decrease in the number and quality of embryos.

Keywords: endometriosis, SARS-CoV-2 and fertility, infertility, IVF.

Калиматова Донна Магомедовна

*К.м.н., доцент, РНИМУ им. Н.И. Пирогова
9227707@gmail.com*

Доброхотова Юлия Эдуардовна

*Д.м.н., профессор, РНИМУ им. Н.И. Пирогова
pr.dobrohotova@mail.ru*

Аннотация. Появляется все больше сообщений о влиянии SARS-CoV-2 на менструальный цикл, гормональный статус, эндометрий, овариальный резерв, фолликулярную жидкость, ооциты и эмбрионы. В то же время отсутствуют однозначные сведения о потенциальном влиянии заболевания на фертильность у женщин, а также о предполагаемых нарушениях репродуктивной функции. Изучение взаимосвязи между инфекцией COVID-19 и последующими нарушениями в репродуктивной системе позволит получить новые данные о состоянии фертильности у переболевших пациенток, которым планируется проведение экстракорпорального оплодотворения. На сегодня продемонстрированы достаточно выраженные, но при этом обратимые изменения менструального цикла у женщин, перенесших COVID-19, умеренно выраженные изменения овариального резерва и гормонального баланса. Максимальное влияние инфекции SARS-CoV-2 наблюдается в отношении снижения количества и качества эмбрионов.

Ключевые слова: эндометриоз, SARS-CoV-2 и фертильность, бесплодие, ЭКО.

Введение

В настоящее время пандемия, вызванная коронавирусом SARS-CoV-2 далека от завершения. В связи с этим все более актуальными становятся вопросы влияния этого заболевания на состояние женской репродуктивной системы, поскольку есть предположения, что вирус может оказывать неблагоприятное воздействие на фертильность [1, 2]. Полученные данные свидетельствуют о том, что образование комплекса вируса с белком ACE2 может влиять на репродуктивные функции женщин, приводя к нарушению менструально-го цикла, бесплодию и дистрессу плода [3, 4].

Появляется все больше сообщений о влиянии SARS-CoV-2 на менструальный цикл, гормональный статус, эндометрий, овариальный резерв, фолликулярную жидкость, ооциты и эмбрионы [3–6]. В то же время до настоящего времени отсутствуют однозначные сведения о потенциальном влиянии заболевания на фертильность у женщин, а также о предполагаемых нарушениях репродуктивной функции.

Очевидно, что изучение взаимосвязи между инфекцией COVID-19 и последующими нарушениями в репродуктивной системе позволит получить новые данные о состоянии фертильности у переболевших пациенток,

которым планируется проведение экстракорпорального оплодотворения.

Цель работы

Анализ механизмов влияния инфекции SARS-CoV-2 репродуктивную систему женщин, которым проводится лечение бесплодия с использованием вспомогательных репродуктивных технологий.

В структуре вируса SARS-CoV-2 содержится шиповидный белок (S-белок), позволяющий вирусу связываться с ангиотензинпревращающим ферментом (ACE)2, который широко экспрессируется на поверхности различных органов и тканей, являясь одновременно рецептором к коронавирусу [4]. Установлено, что вирус проникает не только в легкие, но поражает клетки и других органов с высокой экспрессией ACE2 [6], включая клетки сердца, кишечника и сосудистого эндотелия. Показано также, что вирус может проникать в яичники, влагалище, матку и плаценту [6–8]. С учетом этого ряд исследователей считают, что инфекция SARS-CoV-2 может поражать женскую репродуктивную систему, поскольку ооциты и ткань яичников экспрессируют средневысокие уровни рецептора ACE2 [9,10].

Для проникновения вируса в клетку и связывания с ACE2, необходимо расщепление белка S, чему способствует трансмембранная сериновая протеаза 2 (TMPRSS2). Следует отметить, что при сравнении яичников женщин разного возраста, а также с низким и высоким овариальным резервом (ОР) существенных различий по уровням экспрессии ACE2 и активности фермента TMPRSS2 отмечено не было [11]. Расщепление белка S обеспечивается и другими протеазами, которые в настоящее время изучаются как факторы вирулентности SARS-CoV-2, такими как TMPRSS4 и катепсины В и L (CTSB и CTSL соответственно) в эпителиальных клетках кишечника [12, 13], FURIN в эпителиальных слоях слизистых оболочек [14,15].

Важнейшая роль ACE2 в функционировании яичников обусловлена тем, что этот белок способствует секреции стероидов [16], участвует в процессах развития фолликулов [17] и роста ооцитов [18], влияет на овуляцию [19] и поддерживает функцию желтого тела [20].

Уровни как ACE2, так и гена BSG (Basigin), кодирующего индуктор металлопротеиназы внеклеточного матрикса — CD147, в ооцитах определяются в зависимости от степени зрелости клеток. Белок ACE2 присутствует только в незрелых ооцитах, тогда как BSG присутствует во всех ооцитах, независимо от степени зрелости. Потенциальными путями инфицирования ооцитов в процессе реализации процедур экстракорпо-

рального оплодотворения (ЭКО) могут быть: через кровотоки, при работе персонала или путем использования инфицированной спермы [21]. Установлено, что клетки трофэктодермы 6-дневного эмбриона характеризуются максимальной коэкспрессией ACE-2 и TMPRSS2 [22,23]. При экспериментальных исследованиях с использованием клеток трофэктодермы эмбрионов на стадии бластоцисты было отмечено, что при воздействии вируса SARS-CoV-2 восприимчивость клеток эмбрионов, экспрессирующих рецептор ACE2 и протеазу TMPRSS2, опосредована именно рецептором ACE2 [24].

В целом эти данные свидетельствуют о наличии определенной восприимчивости ооцитов и эмбрионов к возбудителю инфекции COVID-19, что подтверждает необходимость тщательного изучения различных аспектов выполнения процедур ЭКО и переноса эмбрионов (ПЭ) в условиях пандемии на предмет возможного инфицирования вирусом материала, используемого в ходе применения ВРТ. Тем не менее вопрос о прямом воздействии инфекции SARS-CoV-2 на ооциты и эмбрионы остается до настоящего времени открытым.

Влияние SARS-CoV-2 на эндометрий и менструальный цикл

Важнейшую роль в имплантации эмбриона играет состояние эндометрия. Установлено, что для эндометрия характерна низкая экспрессия транскрипта, определяющего экспрессию ACE2, низкая экспрессия TMPRSS4 и фурина, генов фермента, расщепляющего парные основные аминокислоты (FURIN), средняя экспрессия секреторного белка, связывающего сперму придатка яичка (CTSB), MX Dynamin Like GTPase 1 (MX1) и генов BSG (но высокие уровни белков basigin) [25]. Экспрессия этих генов меняется в зависимости от менструального цикла. По мнению Henarejos-Castillo I. et al. (2020), защита эндометрия от инфицирования SARS-CoV-2 обусловлена низким содержанием ACE2 и средним уровнем активности TMPRSS2. Авторы отметили, что BSG способен сильно активировать FURIN, который в свою очередь играет важную роль в расщеплении протеина S. Высокая экспрессия BSG может способствовать инфицированию репродуктивного тракта SARS-CoV-2 за счет других механизмов, независимых от участия в них белка ACE2 [26].

В исследовании Miguel-Gómez L. et al. (2021) с участием 15 пациенток, госпитализированных по поводу COVID-19 в разные фазы менструального цикла, авторы изучали биоптаты эндометрия в разные фазы цикла. По результатам тестирования всех образцов был получен отрицательный результат на наличие РНК SARS-CoV-2, при этом в 10 из 14 образцов была установлена экспрессия рецепторов ACE2 [27].

Влияние SARS-CoV-2 на гормональный статус и овариальный резерв

В работе Li K. et al. (2021) авторы определяли концентрации антимюллера гормона (АМГ) у женщин, перенесших инфекцию COVID-19 и у пациенток контрольной группы. В результате не было выявлено статистически значимых различий изучаемых показателей. В контрольной группе образцы крови отбирали в любое время в первые 4 дня менструального цикла, у пациенток основной группы отбор образцов осуществлялся в течение первых 5 дней менструального цикла во время госпитализации. Сравнение уровней половых гормонов — эстрогена, прогестерона, тестостерона, лютеинизирующего гормона (ЛГ) и фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) — не выявило существенных отличий по этим показателям между основной и контрольной группами. Однако у некоторых женщин были отмечены более высокие концентрации ФСГ и ЛГ в ранней фолликулярной фазе, что свидетельствовало о подавлении функции яичников. Таким образом, по мнению авторов, результаты исследования показали незначительное влияние вируса или его отсутствие в отношении овариального резерва и женской фертильности в целом [28].

Wang M. et al. (2021) опубликовали результаты изучения уровней ФСГ, АМГ и количества антральных фолликулов (КАФ) у пациенток, которые перенесли инфекцию COVID-19 и в дальнейшем им выполнялись процедуры ВРТ. Авторы обследовали 65 женщин с положительным результатом IgG на SARS-CoV-2, проходящих процедуры ЭКО, и 195 женщин контрольной группы, не перенесших инфекцию. Уровни ФСГ и АМГ измеряли на 2-й или 3-й день менструации, КАФ рассчитывали на основании данных трансвагинального УЗИ. Результаты исследования не выявили различий по вышеприведенным показателям между группой женщин с наличием антител к SARS-CoV-2 и пациентами контрольной группы [29].

В работе Kolanska K. et al. (2021) были оценены уровни АМГ у женщин, которым выполнялось ЭКО и у пациенток контрольной группы. Величины этого показателя у пациенток с положительным результатом на инфекцию SARS-CoV-2, перенесших легкую форму заболевания COVID-19, и у женщин контрольной группы были одинаковыми [30].

Bentov Y. et al. (2021) изучали особенности стероидогенеза, при этом сравнили показатели крови и фолликулярной жидкости женщин трех групп — вакцинированных, невакцинированных и переболевших COVID-19. Было установлено более низкое содержание прогестерона у непереболевших и невакцинированных женщин

по сравнению с вакцинированными пациентками и перенесшими инфекцию SARS-CoV-2, при этом уровень эстрадиола был одинаковым в обеих группах [31].

В работе Martel R.A. et al. (2021) был изучен гормональный статус 1132 пациенток, перенесших процедуры ЭКО в период с апреля по сентябрь 2020 г. по сравнению с 997 женщинами, перенесшими процедуры до пандемии. Установлено, что уровень ФСГ у женщин, обследованных в период пандемии COVID-19, был выше в начале цикла по сравнению с таковым у пациенток, обследованных до пандемии. При этом установлено, что повышенный уровень ФСГ был ассоциирован со снижением частоты наступления беременности [32].

Исследование, проведенное Ding T. et al. (2021), также продемонстрировало различия в отношении гормонального статуса яичников. В работу было включено 78 женщин с положительной реакцией на SARS-CoV-2. Пациентки с патологией яичников или хирургическими вмешательствами были исключены из исследования. Было установлено, что у женщин, перенесших инфекцию, отмечаются более низкие уровни АМГ, повышенные концентрации ФСГ, тестостерона и пролактина по сравнению с соответствующими показателями обследуемых контрольной группы того же возраста — женщин, не перенесших COVID-19 [33].

Результаты

исследования подтвердили возможность влияния инфекции SARS-CoV-2 на овариальный резерв. При этом авторы отмечают, что у 48% пациенток, участвовавших в исследовании, в этот период наблюдались психологические нарушения (тревога, депрессия, нарушения сна), которые могут потенциально влиять на уровень пролактина [33].

Проводятся исследования и по оценке **влияния SARS-CoV-2 на фолликулярную жидкость**. Так, Barragan M. et al. (2020) изучили 16 ооцитов, полученных от двух бессимптомных женщин с положительным результатом на SARS-CoV-2 во время забора материала. Все ооциты были проверены на наличие РНК SARS-CoV-2, результат был отрицательным [34]. Аналогичные данные были получены в другой работе [35].

В исследовании Herrero Y. et al. (2022) было показано наличие анти-SARS-CoV-2 иммуноглобулинов G в фолликулярной жидкости всех женщин, которым выполнялось ЭКО после COVID-19. Также авторы отметили низкий уровень фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) и интерлейкина (ИЛ)-1 β у этих пациенток. Снижение концентрации VEGF может негативно влиять на развитие сосудистой сети яичников, нарушать поступление

питательных веществ к фолликулам и, таким образом, способствовать ухудшению качества ооцитов. Более того, пониженный уровень цитокина ИЛ-1 β , который регулирует фолликулогенез и атрезию [36, 37], может негативно повлиять на качество ооцитов [36].

Bentov Y. et al. (2021) исследовали специфический шиповидный белок RBD (домен связывания рецептора) IgG против SARS-CoV2 в сыворотке и фолликулярной жидкости вакцинированных и инфицированных женщин. Авторы показали, что у пациенток с положительным уровнем анти-COVID IgG в сыворотке крови эти антитела обнаруживались и в фолликулярной жидкости, причем их уровни были сходными как у переболевших, так и у вакцинированных пациенток [31].

К настоящему времени проведены исследования, в которых авторы предпринимали попытки оценки влияния SARS-CoV-2 на ооциты и эмбрионы. В ряде работ показано, что инфекция SARS-CoV-2 усиливает окислительный стресс [38, 39]. При этом подтверждено негативное воздействие окислительного стресса на качество ооцитов и эмбрионов, которое может выступать в качестве одного из механизмов неблагоприятного влияния инфекции COVID-19 на женскую ферильность [40].

В рамках когортного исследования Bentov Y. et al. (2021) сравнивались показатели 3 групп женщин, у которых осуществлялся забор яйцеклеток: 9 вакцинированных, 9 выздоровевших от COVID-19 и 14 невакцинированных пациенток. Авторы оценили количество извлеченных ооцитов, выход ооцитов (долю клеток, извлеченных из зрелых фолликулов, видимых на УЗИ), количество зрелых ооцитов, а также биомаркеры качества ооцитов. По результатам исследования существенных различий между тремя группами отмечено не было. Измерение уровней протеогликанов сульфата гепарана (HSPG2) в фолликулярной жидкости (для оценки качества ооцитов) показало отсутствие изменений уровней этого показателя у переболевших и не переболевших женщин [31].

Wang M. et al. (2021) опубликовали результаты исследования, проведенного в крупнейшем центре ЭКО в Ухане в 2021 г., которое продемонстрировало влияние инфекции SARS-CoV-2 на фертильность женщин. Авторы обследовали женщин, прошедших процедуры ЭКО, отрицательных при тестировании на РНК SARS-CoV-2 и положительных по результатам определения уровней сывороточных антител к SARS-CoV-2, и сравнивали их показатели с таковыми у женщин с отсутствием признаков перенесенной инфекции. Всего было обследовано 260 женщин (195 в контрольной группе и 65 пациенток, перенесших заболевание). Авторы сравнили количе-

ство извлеченных ооцитов, зрелых ооцитов, скорость оплодотворения и скорость образования бластоцисты. Установлены достоверные различия только по последнему параметру ($p=0,02$), скорость образования бластоцисты у пациенток, перенесших инфекцию COVID-19, была ниже, чем в контрольной группе. В то же время не было выявлено различий между частотой биохимической и клинической беременности, а также частотой ранних выкидышей у обследованных женщин [29].

Herrero Y. et al. (2022) также оценивали результаты ЭКО у 46 женщин, перенесших инфекцию COVID-19, при этом авторы выявили значительно меньшее количество извлеченных и зрелых ооцитов у женщин с более высоким уровнем содержания антител IgG к SARS-CoV-2 [36]. В работе Orvieto et al. была выполнена оценка результатов ЭКО девяти пар до и после заражения COVID-19. В то время как показатели количества полученных ооцитов и скорости оплодотворения были схожими, количество эмбрионов высшего качества (TQE) было значительно ниже у пациенток, перенесших инфекцию. TQE считается эмбрионом более чем с семью бластомерами на 3-й день, уровнем фрагментации $\leq 10\%$ и бластомерами одинакового размера. Поскольку в этом исследовании процедуры проводились в сроки между 8 и 92 днем заражения, с учетом полученных данных авторы рекомендовали отложить проведение процедур ЭКО на три месяца после отрицательного результата SARS-CoV-2 [41].

Chamani I. et al. (2020) сравнили результаты ЭКО, выполненного 1881 женщине в период с января по июль 2020 г., с данными контрольной группы пациенток, которым эти процедуры выполнялись в 2019 г. Установлено, что среднее количество зуплоидных эмбрионов на одну пациентку было значительно ниже в группе 2020 г., тогда как количество бластоцист на пациентку в этой группе было статистически значимо выше, чем у пациенток, которым ЭКО выполнялось в 2019 г. [42].

Заключение

На первых этапах пандемии SARS-CoV-2 специалисты Американского общества репродуктивной медицины (ASRM) и Европейского общества репродуктивной медицины (ESHRE) рекомендовали отложить применение ВРТ за исключением неотложных случаев. После того, как распространение вируса стало контролироваться, эти организации рекомендовали возобновить все виды лечения бесплодия с применением современных технологий [43].

Проведенные исследования свидетельствуют об отсутствии РНК SARS-CoV-2 в биоптатах эндометрия положительных женщин. Тем не менее, поскольку экспрессия

вирусного гена с возрастом возрастает, специалистам следует учитывать более высокий риск инфицирования у пациенток более старших возрастных групп при планировании проведения им процедур ВРТ.

Имеются сообщения, в которых продемонстрировано отсутствие неблагоприятного влияния SARS-CoV-2 влияния на ооциты и эмбрионы, что позволяет ряду авторов сделать вывод о возможности безопасного проведения ЭКО пациенткам, перенесшим инфекцию [43, 44].

Безусловно, пандемия повлияла на психологическое состояние пациенток с бесплодием. Недоверие

к вакцинам против SARS-CoV-2 проявляется скептическим отношением и к последствиям их применения в отношении фертильности [45]. На сегодня продемонстрированы достаточно выраженные, но при этом обратимые изменения менструального цикла у женщин, перенесших COVID-19, умеренно выраженные изменения овариального резерва и гормонального баланса. Максимальное влияние инфекции SARS-CoV-2 наблюдается в отношении снижения количества и качества эмбрионов. Однако все вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что, полученная к настоящему времени информация недостаточна, необходимо проведение дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Jing Y, Run-Qian L, Hao-Ran W, et al. Potential influence of COVID-19/ACE2 on the female reproductive system. *Mol Hum Reprod* 2020;26:367–73.
- Li R, Yin T, Fang F, et al. Potential risks of SARS-CoV-2 infection on reproductive health. *Reprod Biomed Online* 2020;41:89–95.
- Aassve A, Cavalli N, Mencarini L, et al. The COVID-19 pandemic and human fertility. *Science* 2020;369:370–1.
- Albini, A.; McClain Noonan, D.; Pelosi, G.; Di Guardo, G.; Lombardo, M. The SARS-CoV-2 receptor, ACE-2, is expressed on many different cell types: Implications for ACE-inhibitor- and angiotensin II receptor blocker-based antihypertensive therapies — Reply. *Intern. Emerg. Med.* 2020, 14, 1–2.
- Wentao, N.; Yang, X.; Yang, D.; Bao, J.; Li, R.; Xiao, Y.; Hou, C.; Wang, H.; Liu, J.; Yang, D.; et al. Role of angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) in COVID-19. *Crit. Care* 2020, 13, 422.
- Algarroba, G.N.; Rekawek, P.; Vahanian, S.A.; Khullar, P.; Palaia, T.; Peltier, M.R.; Chavez, M.R.; Vintzileos, A.M. Visualization of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 invading the human placenta using electron microscopy. *A m.J. Obstet. Gynecol.* 2020, 223, 275–278.
- Bian, X.-W. The COVID-19 Pathology Team. Autopsy of COVID-19 patients in China. *Natl. Sci. Rev.* 2020, 7, 1414–1418. [CrossRef]
- Ferraiolo, A.; Barra, F.; Kratochwila, C.; Paudice, M.; Vellone, V.G.; Godano, E.; Varesano, S.; Noberasco, G.; Ferrero, S.; Arioni, C. Report of positive placental swabs for SARS-CoV-2 in an asymptomatic pregnant woman with COVID-19. *Medicina* 2020, 56, 306.
- Stanley, K.E.; Thomas, E.; Leaver, M.; Wells, D. Coronavirus disease-19 and fertility: Viral host entry protein expression in male and female reproductive tissues. *Fertil. Steril.* 2020, 114, 33–43.
- Reis, F.M.; Bouissou, D.R.; Pereira, V.M.; Camargos, A.F.; dos Reis, A.M.; Santos, R.A. Angiotensin-(1–7), its receptor mas, and the angiotensin-converting enzyme type 2 are expressed in the human ovary. *Fertil. Steril.* 2011, 95, 176–181.
- Meng, W.; Lingwei, M.; Xue, L.; Zhu, Q.; Zhou, S.; Dai, J.; Yan, W.; Zhang, J.; Wang, S. Co-expression of the SARS-CoV-2 entry molecules ACE2 and TMPRSS2 in human ovaries: Identification of cell types and trends with age. *Genomics* 2021, 113, 3449–3460.
- Zang, R.; Castro, M.F.G.; McCune, B.T.; Zeng, Q.; Rothlauf, P.W.; Sonnek, N.M.; Liu, Z.; Brulois, K.F.; Wang, X.; Greenberg, H.B.; et al. TMPRSS2 and TMPRSS4 promote SARS-CoV-2 infection of human small intestinal enterocytes. *Sci. Immunol.* 2020, 13, eabc3582.
- Hoffmann, M.; Kleine-Weber, H.; Schroeder, S.; Krüger, N.; Herrler, T.; Erichsen, S.; Schiergens, T.S.; Herrler, G.; Wu, N.-H.; Nitsche, A.; et al. SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell* 2020, 181, 271–280.e8.
- Wang, Q.; Qiu, Y.; Li, J.Y.; Zhou, Z.J.; Liao, C.H.; Ge, X.Y. A unique protease cleavage site predicted in the spike protein of the novel pneumonia coronavirus (2019-nCoV) potentially related to viral transmissibility. *Vir. Sin.* 2020, 35, 337–339.
- Lin, B.P.; Zhong, M.; Gao, H.B.; Wu, K.B.; Liu, M.X.; Liu, C.; Wang, X.; Chen, J.; Lee, L.; Qi, C.; et al. Significant expression of FURIN and ACE2 on oral epithelial cells may facilitate the efficiency of 2019-nCoV entry. *bioRxiv* 2020.
- Shuttleworth, G.; Broughton Pipkin, F.; Hunteln, M.G. In vitro development of pig preantral follicles cultured in a serum-free medium and the effect of angiotensin II. *Reproduction* 2002, 123, 807–818.
- Ferreira, A.J.; Shenoy, V.; Qi, Y.; Fraga-Silva, R.A.; Santos, R.A.S.; Katovich, M.J.; Raizada, M.K. Angiotensin-converting enzyme 2 activation protects against hypertension-induced cardiac fibrosis involving extracellular signal-regulated kinases. *Exp. Phys.* 2011, 96, 287–294.
- Stefanello, J.R.; Barreta, M.H.; Porciuncula, P.M.; Nelson Arruda, J.; Oliveira, J.F.; Oliveira, M.A.; Bayard Gonçalves, P. Effect of angiotensin II with follicle cells and insulin-like growth factor-I or insulin on bovine oocyte maturation and embryo development. *Theriogenology* 2006, 66, 2068–2076.
- Ferreira, R.; Oliveira, J.F.; Fernandes, R.; Moraes, J.F.; Bayard, G.P. The role of angiotensin II in the early stages of bovine ovulation. *Reproduction* 2007, 134, 713–719.
- Sugino, N.; Suzuki, T.; Sakata, A.; Miwa, I.; Asada, H.; Taketani, T.; Yamagata, Y.; Tamura, H. Angiogenesis in the human corpus luteum: Changes in expression of angiopoietins in the corpus luteum throughout the menstrual cycle and in early pregnancy. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2005, 90, 6141–6148.
- Virant-Klun, I.; Strle, F. Human Oocytes Express Both ACE2 and BSG Genes and Corresponding Proteins: Is SARS-CoV-2 Infection Possible? *Stem Cell Rev. Rep.* 2021, 17, 278–282.

22. Yang, M.; Wang, J.; Chen, Y.; Kong Yang, M.; Wang, J.; Chen, Y.; Kong, S.; Qiao, J. Effects of SARS-CoV-2 infection on human reproduction. *J. Mol. Cell Biol.* 2021, 13, 695–704.
23. Rajput, S.K.; Logsdon, D.M.; Kile, B.; Engelhorn, H.J.; Goheen, B.; Khan, S.; Swain, J.; McCormick, S.; Schoolcraft, W.B.; Yuan, Y.; et al. Human eggs, zygotes, and embryos express the receptor angiotensin 1-converting enzyme 2 and transmembrane serine protease 2 protein necessary for severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection. *Fertil. Steril.* 2021, 2, 33–42.
24. Viotti, M.; Montano, M.; Victor, A.; Griffin, D.K.; Duong, T.; Bolduc, N.; Farmer, A.; Gonzalez, I.; Barnes, F.; Zouves, C.; et al. Human Pre-Implantation Embryos are Permissive to SARS-CoV-2 Entry. *Fertil. Steril.* 2020, 114 (Suppl. 3), e526.
25. Uhlen, M.; Fagerberg, L.; Hallstrom, B.M.; Lindskog, C.; Oksvold, P.; Mardinoglu, A.; Kampf, C.; Sjostedt, E.; Asplund, A.; Olsson, I.; et al. Tissue-based map of the human proteome. *Science* 2015, 347, 1260419
26. Henarejos-Castillo, I.; Sebastian-Leon, P.; Devesa-Peiro, A.; Pellicer, A.; Diaz-Gimeno, P. SARS-CoV-2 infection risk assessment in the endometrium: Viral infection-related gene expression across the menstrual cycle. *Fertil. Steril.* 2020, 114, 223–232.
27. Miguel-Gómez, L.; Romeu, M.; Castells-Ballester, J.; Pellicer, N.; Faus, A.; Mullor, J.L.; Pellicer, A.; Cervelló, I. Undetectable viral RNA from SARS-CoV-2 in endometrial biopsies from women with COVID-19: A preliminary study. *AJOG* 2021, 21, S0002–9378(21)01120–0.
28. Li, K.; Chen, G.; Hou, H.; Liao, Q.; Chen, J.; Bai, H.; Lee, S.; Wang, C.; Li, H.; Cheng, L.; et al. Analysis of sex hormones and menstruation in COVID-19 women of child-bearing age. *RBMO* 2021, 42, 260–267.
29. Wang, M.; Yangb, Q.; Rena, X.; Hua, J.; Lia, Z.; Longa, R.; Xib, Q.; Zhua, L. Investigating the impact of asymptomatic or mild SARS-CoV-2 infection on female fertility and in vitro fertilization outcomes: A retrospective cohort study. *EclinicalMedicine* 2021, 38, 101013.
30. Kolanska, K.; Hours, A.; Jonquière, L.E.M.; d'Argent, E.M.; Dabi, Y.; Dupont, C.; Touboul, C.; Antoine, J.M.; Chabbert-Buffet, N.; Daraï, E. Mild COVID-19 infection does not alter the ovarian reserve in women treated with ART. *Reprod. Biomed. Online* 2021, 43, 1117–1121.
31. Bentov, Y.; Beharier, O.; Moav-Zafir, A.; Kabessa, M.; Godin, M.; Greenfield, C.S.; Ketzinel-Gilad, M.; Ash Broder, E.; Holzer, H.E.G.; Wolf, D.; et al. Ovarian follicular function is not altered by SARS-CoV-2 infection or BNT162b2 mRNA COVID-19 vaccination. *Hum. Reprod.* 2021, 36, 2506–2513.
32. Martel, R.A.; Shaw, J.; Blakemore, J.K. Trends in FSH levels and cycle completion rates in women undergoing assisted reproductive technology (AST) before and during the COVID-19 pandemic. *Fertil. Steril.* 2021, 116 (Suppl. 1), e33.
33. Ding, T.; Wang, T.; Zhang, J.; Cui, P.; Chen, Z.; Zhou, S.; Yuan, S.; Ma, W.; Zhang, M.; Rong, Y.; et al. Analysis of Ovarian Injury Associated With COVID-19 Disease in Reproductive-Aged Women in Wuhan, China: An Observational Study. *Front. Med.* 2021, 8, 635255.
34. Barragan, M.; Guillén, J.J.; Martin-Palmino, N.; Rodriguez, A.; Vassena, R. Undetectable viral RNA in oocytes from SARS-CoV-2 positive women. *Hum. Reprod.* 2020, 36, 390–394.
35. Demirel, C.; Tulek, F.; Goksever Celik, H.; Donmez, E.; Tuysuz, G.; Gökcan, B. Failure to Detect Viral RNA in Follicular Fluid Aspirates from a SARS-CoV-2-Positive Woman. *Reprod. Sci.* 2021, 28, 2144–2146.
36. Herrero, Y.; Pascual, N.; Velázquez, C.; Oubina, G.; Hauk, V.; de Zúñiga, I.; Gomez Pena, M.; Martínez, G.; Lavolpe, M.; Veiga, F.; et al. SARS-CoV-2 infection negatively affects ovarian function in ART patients. *Biochim. Biophys. Acta Mol. Basis Dis.* 2022, 1868, 166295.
37. Wu, Y.-T.; Zhang, J.-Y.; Hou, N.-N.; Liu, A.-X.; Pan, J.-X.; Lu, J.-Y.; Sheng, J.-Z.; Huang, H.-F. Preliminary proteomic analysis on the alterations in follicular fluid proteins from women undergoing natural cycles or controlled ovarian hyperstimulation. *J. Assist. Reprod. Genet.* 2015, 32, 417–427.
38. Suhail, S.; Zajac, J.; Fossum, C.; Lowater, H.; McCracken, C.; Severson, N.; Laatsch, B.; Narkiewicz-Jodko, A.; Johnson, B.; Liebau, J.; et al. Role of Oxidative Stress on SARS-CoV (SARS) and SARS-CoV-2 (COVID-19) Infection: A Review. *Protein J.* 2020, 39, 644–656.
39. Delgado-Roche, L.; Mesta, F. Oxidative Stress as Key Player in Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus (SARS-CoV) Infection. *Arch. Med. Res.* 2020, 51, 384–387.
40. Menezo, Y.; Silvestris, E.; Dale, B.; Elder, K. Oxidative stress and alterations in DNA methylation: Two sides of the same coin in reproduction. *Reprod. Biomed. Online* 2016, 33, 668–683.
41. Orvieto, R.; Segev-Zahav, A.; Aizer, A. Does COVID-19 infection influence patients' performance during IVF-ET cycle?: An observational study. *Gynecol. Endocrinol.* 2021, 37, 895–897.
42. Chamani, I.J.; McCulloh, D.H.; Grifo, J.A.; Licciardi, F.L. COVID-19 AND ART OUTCOMES. *Fertil. Steril.* 2020, 114, E556.
43. Veiga, A.; Gianaroli, L.; Ory, S.; Horton, M.; Feinberg, E.; Penzias, A. Assisted reproduction and COVID-19: A joint statement of ASRM, ESHRE and IFFS. *Fertil. Steril.* 2020, 114, P484–P485.
44. Lablanche, O.; Salle, B.; Perie, M.A.; Labrune, E.; Langlois-Jacques, C.; Fraison, E. Psychological effect of COVID-19 pandemic among women undergoing infertility care, a French cohort — PsyCovART Psychological effect of COVID-19: PsyCovART. *J. Gynecol. Obs. Hum. Reprod.* 2022, 51, 102251.
45. Iacobucci, G. COVID-19: Protection from two doses of vaccine wanes within six months, data suggest. *BMJ* 2021, 374, n2113.

СТАБИЛЬНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

STABLE-FUNCTIONAL OSTEOSYNTECH OF FRACTURES OF THE PROXIMAL BONES OF THE FOREARM

**N. Kallev
A. Ataev
M. Ganiev
N. Mirzoev
A. Magaramov**

Summary. The present paper presents the treatment outcomes of two groups of patients with fractures of proximal metaepiphysis of the bones of the forearm at the age of 17 to 76 years. The first group includes 62 patients with fractures of the ulnar process, head and neck of the radius bone, who received surgical treatment using traditional submersible fixators (screws, plate, spokes, etc.). The second group consisted of 68 patients with identical injuries, who performed compression osteosynthesis of fractures using the external fixation apparatus developed by us with a dynamic compression device. The outcomes of treatment of patients in the periods of 3 years and 5 years revealed, in the first group good results in 41 (79.1%) patients, satisfactory — in 14 (22.6%), unsatisfactory — in 7 (11.7%). In the second group, treatment outcomes were 54 (79.4%), 11 (916.2%) and 3 (4.4%), respectively.

Keywords: fracture, treatment, osteosynthesis.

Каллаев Нажмудин Омаркадиевич

Д.м.н., профессор ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)
nazhmudin_K@mail.ru

Атаев Алевдин Рашитханович

Д.м.н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)
drataev57@mai

Ганиев Магомедрауф Хадиевич

К.м.н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)

Мирзоев Назим Эминович

К.м.н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ (Махачкала)

Магарамов Абдулла Магарамович

Ассистент ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Махачкала)

Abdulla-magaramov@yandex.ru

Аннотация. В настоящей работе представлены исходы лечения двух групп больных с переломами проксимального метаэпифиза костей предплечья в возрасте от 17 до 76 лет. В первую группу включены 62 пациента с переломами локтевого отростка, головки и шейки лучевой кости, получивших оперативное лечение с применением традиционных погружных фиксаторов (винты, пластина, спицы и др.) Вторую группу составили 68 больных с идентичными повреждениями, которым выполнен компрессионный остеосинтез переломов с применением разработанного нами аппарата внешней фиксации с устройством динамической компрессии. Исходы лечения пациентов в сроки 3 года и 5 лет выявили, у первой группы хорошие результаты у 41 (79,1%) больных, удовлетворительные — у 14 (22,6%), неудовлетворительные — у 7 (11,7%). Во второй группе исходы лечения составили соответственно у 54 (79,4%), 11 (916,2%) и 3 (4,4%).

Ключевые слова: перелом, лечение, остеосинтез.

Актуальность

Внутрисуставные переломы проксимального отдела костей предплечья по данным литературных источников составляют от 1,3% до 3,5% всех переломов опорно-двигательного аппарата (1,2). Среди всех внутрисуставных переломов доля переломов лок-

тевого отростка составляет от 16 до 34% (1), а переломы головки и шейки лучевой кости встречаются у 26,7% (4) пациентов с повреждениями проксимального отдела костей предплечья. Удельный вес ошибок и неудовлетворительных исходов составляет 4,7–20,6% (6) за счёт развития контрактуры локтевого сустава, параартикулярных оссификатов и деформирующего артроза.

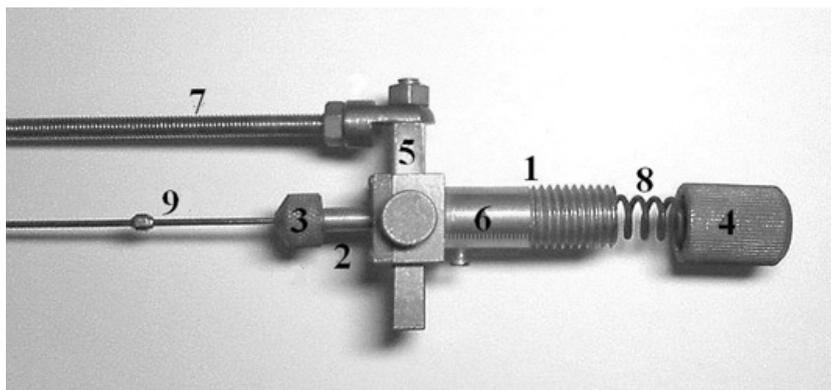


Рис. 1 Компрессирующее устройство

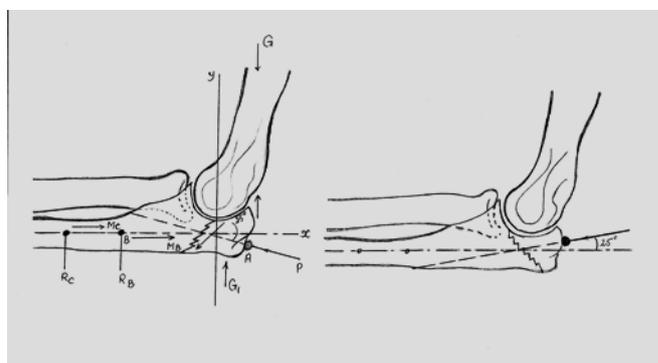
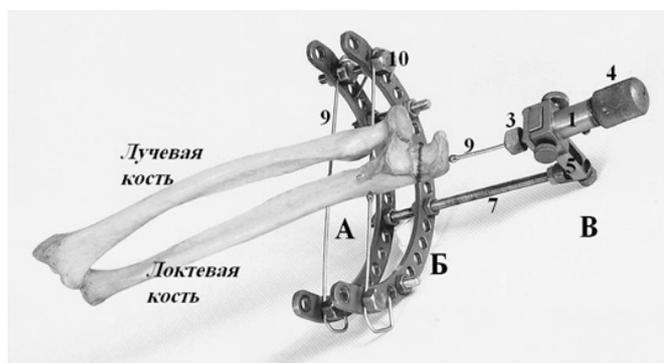


Рис 2 Модель и схема компрессионного остеосинтеза перелома локтевого отростка аппаратом внешней фиксации с устройством динамической компрессии

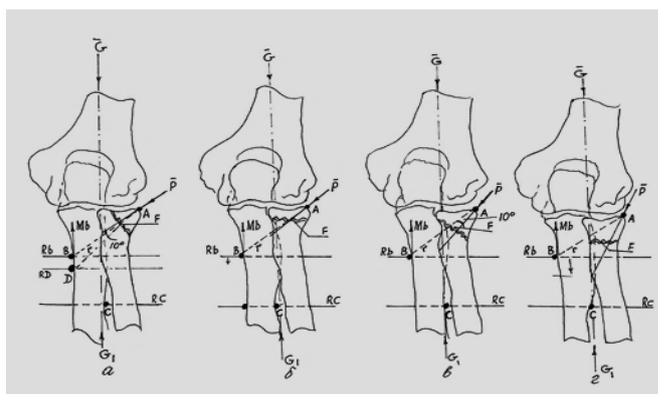
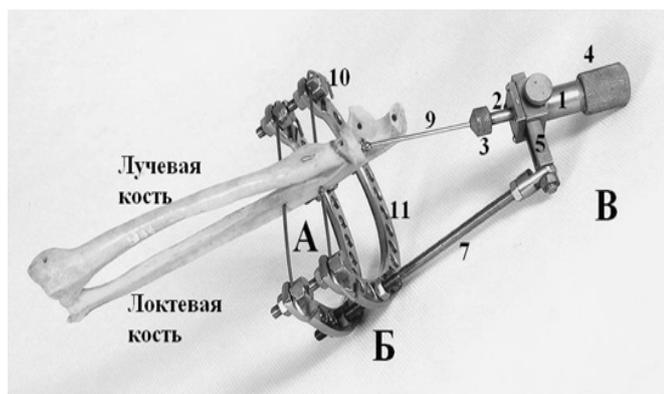


Рис 3. Модель и схемы компрессионного остеосинтеза перелома головки и шейки лучевой кости аппаратом внешней фиксации с устройством динамической компрессии.

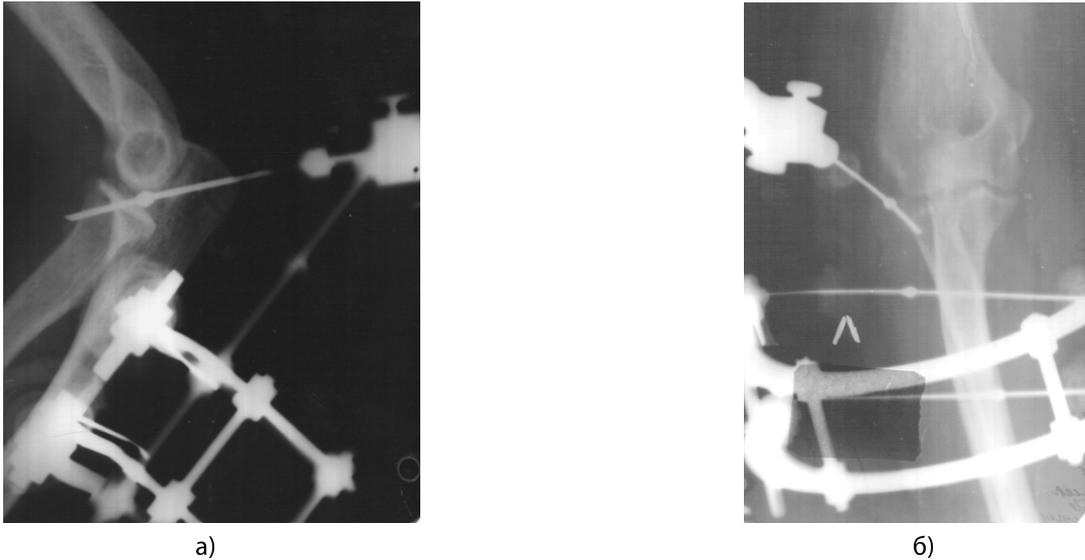


Рис 4. А — Рентгенограмма больного к., 34 лет, остеосинтез перелома локтевого отростка; Б — рентгенограмма больного К., 48 лет, остеосинтез перелома головки лучевой кости.

Цель

Оптимизация исходов лечения больных с переломами проксимальных метаэпифизов костей предплечья.

Материалы и МЕТОДЫ

Работа основана на опыте лечения 130 пациентов в возрасте от 17 до 76 лет с внутрисуставными переломами проксимального отдела костей предплечья. В зависимости от методов лечения мы условно разделили больных на две клинические группы. Первую группу составили 62 пациента с закрытыми или открытыми переломами локтевого отростка, головки и шейки лучевой кости, которым проводилось оперативное лечение с применением погружных фиксаторов (пластины, винты, спицы, серкляж и др.).

Во вторую группу вошли 68 больных с идентичными повреждениями, которым осуществлялся остеосинтез аппаратом внешней фиксации с устройством динамической компрессии (а.с. № 173120 РФ). Аппарат состоит из внешней опоры (5/8 дуга от аппарата Илизарова), противоупорных спице-стержневых фиксаторов и компрессирующего устройства (4). Последнее выполнено в виде корпуса со шкалой (рис 1–6), втулки с пружинным толкателем (2) и отверстием под спицу с упорной площадкой (9) и фиксатором спицы (рис 1).

Модели и схемы остеосинтеза переломов локтевого отростка, головки и шейки лучевой кости представлены на рисунках 2 и 3,

Показаниями к операции были переломы локтевого отростка на уровне верхушки локтевого отростка типа 1 (по классификации Колтона), тип 2 — переломы на уровне середины полулунной вырезки, тип 3 — перелом на уровне дистального отдела вырезки с вывихом и безвывиха головки лучевой кости (переломо-вывиха Брехта). При переломах типа 4 предпочтение отдавалось остеосинтезу по методике АО. Показаниями к операции были также переломы головки и шейки лучевой кости типов 1,2,3 (по классификации Масона). При многооскольчатых переломах головки лучевой кости выполнялось его эндопротезирование. При переломах локтевого отростка пациентам второй клинической группы оперативные вмешательства выполнялись в следующей последовательности: под проводниковой анестезией, в верхушку локтевого отростка вводился специальное устройство — «шило-проводник», с помощью которого под контролем ЭОП или рентгенограмм осуществлялась репозиция отломка и остеосинтез спицей (2,4 мм) с упорной площадкой. На дугах внешней опоры, установленной на двух уровнях в области верхней трети костей предплечья, укреплялось компрессирующее устройство, куда устанавливают упорную спицу. Пружинный механизм устройства обеспечивает компрессию упорной конструкции на отломок силой до $124,7 \pm 4,5$ Н, рассчитанный экспериментальным путём на биоманекенах на кафедрах «Физики твёрдого тела» и «Сопrotивления материалов» Технического университета.

При переломах головки и шейки лучевой кости отломки репонировались открыто под визуальным контролем и фиксировались упорными спицами (рис



а)

б)



в)



г)

Рис 5. Больной С., 48 лет. Открытый перелом левого локтевого отростка со смещением с вывихом головки лучевой кости (перелом Мальгенья). А — при поступлении; Б — после операции; В — объем движений в суставе (3 день после операции); Г- функция сустава и рентгенограмма после снятия аппарата внешней фиксации.



д)



е)



ж)

Рис 5. Больной С., 48 лет. Открытый перелом левого локтевого отростка со смещением с вывихом головки лучевой кости (перелом Мальгенья). Д — объём движений и рентгенограмма после снятия аппарата внешней фиксации; Е, Ж — через 3 года после операции.

3 и 4). Обеспечивалась давление на отломок силой $118,5 \pm 4,2$ Н.

С третьего дня после операции, назначались активные и пассивные движения в суставе. Сроки фиксации в аппарате составили в среднем при переломах локтевого отростка $28,7 \pm 4,3$ дней при переломах головки и шейки лучевой кости — $24,6 \pm 3,6$ дней. К концу фиксационного периода у 32 75,6% пациентов из 41 с переломами локтевого отростка и 16 (59,2%) из 27 больных с переломами головки и шейки лучевой кости, отмечено полное восстановление движений в локтевом суставе. Ранние осложнения в виде инфицирования мягких тканей вокруг спиц (4 больных) не повлияли на исход лечения.

Результаты и обсуждение

Результаты лечения изучены у 39 больных первой и 46 пациентов второй клинической группы в сроки от 1 года до 5 лет после травмы. В первой группе у 7 (19,4%) пациентов имело место ограничение движений в локтевом суставе до $97,6 \pm 5,8^\circ$, в двух случаях установлен остеомиелит локтевого сустава, в четырёх наблюдениях — контрактура локтевого сустава. Во второй группе ограничение объёма движений в локтевом суставе до $10-15^\circ$ выявлены у 5 (10,6%) больных. Исходы в двух случаях (перелом локтевого отростка и головки и шейки лучевой кости) расцене-

ны как неудовлетворительные, в связи с развитием деформирующего артроза и контрактуры локтевого сустава. Эти были пострадавшие с переломо-вывихами Брехта. Следует отметить, что в более поздние сроки (5 лет), количество больных, у которых развились дегенеративно — дистрофические процессы в суставе увеличились почти в два раза. По сравнению с больными первой клинической группы, у пациентов второй группы отмечено сокращение сроков лечения в 1,5 раза ($pI-pII < 0,05$) за счёт реабилитационного периода. Исходы лечения пациентов оценивались в сто большой системе по методу ЦИТО им. Н.Н. Приорова (Маттис Э.Р., Нечушкин А.И. (1984) [6].

Предлагаем клиническое наблюдение. Больной С., 48 лет, поступил в клинику травматологии с диагнозом: «открытый перелом левого локтевого отростка со смещением и вывихом головки лучевой кости (перелом Мальгенья)» [рис 5 А].

Через 40 минут после поступления под проводниковой анестезией произведены: первичная хирургическая обработка раны, открытое вправление вывиха головки лучевой кости, закрытая репозиция перелома

локтевого отростка, остеосинтез спицами с упорными площадками.

На третий день после операции объем движений левого локтевого сустава равнялся 90° (рис. 5 В). Сроки фиксации перелома левого локтевого отростка составили 34 дня. Рентгенологически подтверждена консолидация перелома (рис. 5 Г). Осмотрен через 1,5 года (рис. 5 Е, Ж). Жалоб нет. Средний балл — 95.

ВЫВОДЫ

Компрессионный остеосинтез аппаратом внешней фиксации с устройством динамической компрессии является методом выбора и может быть применён при переломах проксимального метаэпифиза костей предплечья по показаниям. Метод позволяет жёстко фиксировать отломки, без угрозы вторичного смещения при движениях сустава, в динамике лечения, при минимуме имплантируемых в ткани конструкций. Способ лечения позволяет сохранить функциональные возможности сустава в раннем послеоперационном периоде, что сокращает сроки лечения за счёт меньшей продолжительности реабилитационного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афгани Ч.М. Чрескостный остеосинтез около — и внутрисуставных переломов проксимального отдела костей предплечья устройством динамической компрессии. Диссертация кандидата мед.наук. Москва. 2007. 166 с.
2. Бойко И.В. Нестабильные переломы и переломо-вывихи проксимального отдела костей предплечья. Автореферат диссертации кандидата мед.наук. Харьков, 2002. 20 с.
3. Калантырская В.А., Голубев И.О. Переломы головки лучевой кости. Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации повреждений и заболеваний кисти. Материалы конференции. Москва. 2005. С. 82–83.
4. Каллаев Н.О. Компрессионный остеосинтез около- и внутрисуставных переломов. Ульяновск. 1999. 184 с.
5. Маттис Э.Р., Нечушкин А.И. Методологические аспекты оценки исходов переломов. Ортопедия, травматология и протезирование. 1984. № 5э. С. 39–43.

РОЛЬ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНОВ СИСТЕМЫ БИОТРАНСФОРМАЦИИ КСЕНОБИОТИКОВ И АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В РАЗВИТИИ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ НЕФРОПАТИИ У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

THE ROLE OF GENE POLYMORPHISMS OF THE XENOBIOTIC BIOTRANSFORMATION SYSTEM AND ANTIOXIDANT PROTECTION IN THE DEVELOPMENT OF DIABETIC NEPHROPATHY IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

**N. Kostyushok
L. Ivanova**

Summary. Type 2 diabetes mellitus (DM2) is a polygenic multifactorial disease characterized by chronic hyperglycemia, which is the result of impaired secretion, the action of insulin or both of these factors. Diseases related to multifactorial diseases are based on genetic predisposition and environmental factors. A special role in the prognosis of the course of the disease and the quality of life of the patient is played by such a formidable complication of DM 2 as diabetic nephropathy (DNP), which leads in its outcome to chronic kidney disease (CKD). DNP is formed as a result of hemodynamic and metabolic factors. Identification of predictors that, in addition to already known damaging factors, affect the frequency of development, severity and speed of progression of nephropathy, primarily due to the excessive formation of membrane and cytotoxic products of lipid peroxidation (POL) of endogenous and exogenous origin, is an important problem for deepening knowledge about the mechanisms of development and course of diabetic nephropathy. A significant number of available data indicates the involvement of various polymorphic genes in the formation of a predisposition to multifactorial pathology, both across the spectrum and to individual nosological forms. In the conditions of modern man-made civilization, it is believed that the most significant contribution to the formation of predisposition to socially significant human diseases can be made by genes of enzymes of protective and adaptive organ systems- these are, first of all, the genes of endogenous factors of the immune surveillance system (IN), antioxidant protection (AOS) and xenobiotic biotransformation (FBK).

Keywords: type 2 diabetes mellitus, diabetic nephropathy, gene polymorphism of xenobiotic biotransformation, oxidative stress, oxidative modification, oxidative stress enzymes.

Костюшок Надежда Яновна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Краснодарского края
ShagalovaN@list.ru

Иванова Людмила Александровна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Краснодарского края

Аннотация. Сахарный диабет 2 типа (СД 2) — это полигенное мультифакторное заболевание, характеризующееся хронической гипергликемией, которая является результатом нарушения секреции, действия инсулина или обоих этих факторов. В основе заболеваний, относящихся к мультифакториальным, лежит генетическая предрасположенность и средовые факторы. Особую роль в прогнозе течения болезни и качестве жизни пациента играет такое грозное осложнение СД 2, как диабетическая нефропатия (ДНП), приводящая в своем исходе к хронической болезни почек (ХБП). ДНП формируется в результате гемодинамических и метаболических факторов. Выявление предикторов, которые, помимо уже известных повреждающих факторов, оказывать влияние на частоту развития, тяжесть и быстроту прогрессирования нефропатии, прежде всего, за счет избыточного образования мембрано- и цитотоксических продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) эндогенного и экзогенного происхождения, является важной проблемой для углубления знаний неблагоприятных факторах формирования ДНП. Значительное число имеющихся данных свидетельствует о вовлеченности различных полиморфных генов в формирование предрасположенности к мультифакторной патологии, как по всему спектру, так и к отдельным нозологическим формам. В условиях современной техногенной цивилизации считается, что наиболее существенный вклад в формирование предрасположенности к социально значимым болезням человека могут вносить гены ферментов защитных и адаптационных систем организма — это, прежде всего, гены эндогенных факторов системы иммунного надзора (ИН), антиоксидантной защиты (АОЗ) и биотрансформации ксенобиотиков (ФБК) [13].

Ключевые слова: сахарный диабет 2 типа, диабетическая нефропатия, полиморфизм генов биотрансформации ксенобиотиков, окислительный стресс, окислительная модификация, ферменты антиоксидантной защиты.

Сахарный диабет 2 типа (СД 2) — это полигенное мультифакторное заболевание, характеризующееся хронической гипергликемией, которая является результатом нарушения секреции, действия инсулина или обоих этих факторов [1].

Биохимическими и генетическими аспектами персонализации диагностики и лечения различных заболеваний ученые начали задаваться не так давно. Биологическое разнообразие реакций биотрансформации ксенобиотиков определяет различную эффективность фармакотерапии с одной стороны, и тяжесть побочных эффектов от фармакотерапии с другой [2]. Давно известно, что на формирование СД 2 оказывают влияние не только генетические факторы, но и неблагоприятное влияние окружающей среды и образ жизни, который ведет данный человек. Признаки неправильного образа жизни часто проявляются у пациента такими фенотипическими особенностями, как ожирение, артериальная гипертензия, дислипидемия, остеопороз и др. Генетическую составляющую тоже можно проследить, выяснив у пациента анамнез заболевания (22). Скрининг мутаций генов может обеспечить дополнительные параметры для профилактических мероприятий. Но, учитывая то, что патогенез СД 2 типа не изучен до конца, точно понять, мутация каких генов приводит к развитию заболевания сложно [3]. При полигенных формах вовлечение генов ведет лишь к предрасположенности, но не к прямому развитию заболевания. Соответственно, становится ясным, что полиморфизм этих генов не ведет к острой дисфункции.

Исследование генетических полиморфизмов направлено не только на раннее выявление предрасположенности к заболеванию. Оно направлено также на эффективность того или иного сахароснижающего препарата. Что в своем исходе должно привести к персонализированному подходу к пациенту, и повышению процента больных, достигших целевого уровня гликированного гемоглобина, либо времени нахождения в целевом диапазоне (в случае использования непрерывного мониторинга гликемии). Найти оптимальное средство для оптимизации лекарственной терапии, учитывая генотип пациента, обеспечить максимальный эффект с минимальными побочными эффектами — это основная цель развивающегося направления — фармакогеномики [5]. Пациенты с СД 2 — это коморбидные пациенты. Помимо сахарного диабета, они зачастую страдают ишемической болезнью сердца, ожирением, неалкогольной жировой болезнью печени и т.д. Соответственно, помимо терапии сахарного диабета, они получают лечение сопутствующих заболеваний. И число употребляемых ими препаратов, зачастую, достигает 6–8 в сутки. Если имеет место полиморфизм генов биотрансформации ксенобиотиков, то это, теоретически,

может влиять не только на эффективность данных препаратов, но и на токсическое влияние их «необезвреженных» метаболитов на организм. Кроме того, хочется обратить внимание и на осложнения гипергликемии, а именно на микроангиопатию и полинейропатию, которые, зачастую, также требуют медикаментозного лечения. Вопрос о том, от чего зависит выраженность тех или иных осложнений у пациентов до сих пор не разрешен до конца. С нашей точки зрения, одним из наиболее серьезных осложнений является диабетическая нефропатия (ДНП). Из-за своего бессимптомного течения она часто не диагностируется вовремя. А на терминальных стадиях приводит к развитию тяжелых последствий, таких как анемия, нарушение фосфорно-кальциевого обмена, артериальная гипертензия, уремическая интоксикация и диализ [7].

Одним из объединяющих патогенетических механизмов сахарного диабета является активация системной воспалительной реакции с образованием избытка продуктов окислительного стресса и формированием эндотелиального дисбаланса [4].

Рассмотрение полиморфных вариантов генов системы биотрансформации ксенобиотиков и антиоксидантной защиты в сочетании с последующей оценкой оксидативного статуса каждого наблюдаемого пациента, а также в сочетании с клинической картиной и данными лабораторных исследований поможет подтвердить гипотезу в отношении влияния того или иного полиморфизма генов биотрансформации ксенобиотиков на состояние баланса в системе про-/антиоксиданты и фенотипические особенности пациентов с ДНП.

Целью работы было изучить роль полиморфных вариантов генов системы биотрансформации ксенобиотиков и антиоксидантной защиты (G681A(*2) в гене *CYP2C19*; G1293C в гене *CYP2E1*; — Ile105Val в гене *GSTP1*; T58C в гене *SOD2*) в механизмах патофизиологических сдвигов у пациентов с ДНП.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе кафедры «Биологии с курсом медицинской генетики» и кафедры «Эндокринологии ФПК и ППС» ФГБОУ ВО «Кубанского Государственного медицинского университета МЗ КК». Набор пациентов происходил на базе «Краевой клинической больницы скорой медицинской помощи г. Краснодара». В открытое, проспективное когортное исследование были включены 50 пациентов с СД 2 типа без тяжелых сопутствующих патологий (например, острый гломерулонефрит, хроническая сердечная недостаточность 3ст, пиелонефрит, рак почки, неалкогольная жи-

ровая болезнь печени на стадии цирроза или фиброза; острый коронарный синдром; бронхообструктивные заболевания лёгких и др.). Протокол исследования был рассмотрен и одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ КубГМУ МЗ КК. Перед началом любых процедур после разъяснения цели работы, применяемых методов и способов использования полученных данных, каждый пациент подписал информированное добровольное согласие на участие в настоящем исследовании. У всех пациентов — участников исследования проводился тщательный сбор анамнеза и жалоб, антропометрическое обследование. Для проведения клинико-лабораторных исследований использовались образцы сыворотки крови, полученные при центрифугировании пробирок с цельной венозной кровью со скоростью 3 тыс. об/мин в течение 5 минут при комнатной температуре. Наряду с физикальным обследованием у больных оценивались уровни глюкозы натощак и постпрандиальной гликемии, а также общий анализ крови, биохимический анализ крови, общий анализ мочи с определением белка в моче, определение гликированного гемоглобина. Оценка микроальбуминурии производилась в разовой порции мочи после полной стабилизации гликемического профиля (в контрольном общем анализе мочи перед выпиской). Оценка показателей оксидативного статуса производилась в крови пациента непосредственно перед выпиской, после полной нормализации гликемии и исчезновения ацетонурии.

Исследования проведены с привлечением 50 пациентов с СД 2 типа, имеющих сходный уровень гликированного гемоглобина (средний уровень в опытной группе 9,0%) и длительность течения СД 2 типа более 10 лет. Контрольная группа была сформирована из 20 условно здоровых добровольцев, сопоставимых по возрасту, полу и этнической принадлежности, не являющихся родственниками пациентов основных групп и не имевших в анамнезе сахарный диабет и другие хронические заболевания.

Материалом для молекулярно-генетического исследования послужила цельная венозная кровь, которая забиралась однократно в пробирки с ЭДТА при включении пациента в исследование. Для выделения геномной ДНК применяли сорбентный метод с использованием набора реактивов «ДНК-экспресс кровь» («Литех», Россия), затем методом полимеразной цепной реакции из лейкоцитарной фракции в режиме реального времени (ПЦР-РВ) на амплификаторе RotorGene выполняли генотипирование следующих локусов генов: ген G681A(*2) в гене *CYP2C19*; G1293C в гене *CYP2E1*; Ile105Val в гене *GSTP1*; T58C в гене *SOD2*

Методом ПЦР SNP-экспресс — электрофорез на оборудовании «Терцик» производилось исследова-

ние полиморфизма: G1293C в гене *CYP2E1*; для всех полиморфизмов применяли соответствующие наборы реагентов («Литех», Россия). Регистрация FAM/NAH позволяла определить три варианта генотипа: гомозигота по основному аллелю, гетерозигота, гомозигота по мутантному аллелю.

Состояние баланса в системе про- /антиоксиданты организма наблюдаемых пациентов и контрольной группы оценивалось по активности ферментов системы антиоксидантной защиты (АОЗ) и уровню продуктов свободнорадикального окисления (СРО) — малонового диальдегда (МДА) в крови. Активность супероксиддисмутазы (СОД) оценивали по методике Сирота Т.В. [11]; активность каталазы (КАТ) по методике Королюк М.А. и соавт. [8]; активность глутатионтрансферазы (Г-С-Т) по методике, описанной Карпищенко А.И. [10]; уровень МДА по методике Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. [9].

В работе было проведено сравнительное изучение показателей скорости клубочковой фильтрации (СКФ), микроальбуминурии, потребности в инсулине и основных показателей системы про- /антиоксидантных у пациентов с ДНП с индивидуальными особенностями полиморфных вариантов изучаемых генных локусов.

Статистика

Достоверность различий в распределении частот генотипов между группами больных и здоровых лиц оценили по тесту χ^2 . Количественные показатели в клинических характеристиках пациентов — по критерию Стьюдента. Расчеты выполнены с помощью программы BIostat. Статистически значимыми считали различия при p менее 0,05.

Результаты

При сравнении основной (пациенты с СД 2 типа) и контрольной групп по полиморфным вариантам локуса гена *CYP2C19* (G681A) не было выявлено значимых различий в процентном соотношении между гомо- и гетерозиготными носителями полиморфных вариантов данного гена. Число гетерозиготных носителей (GA) — 31%, гомозиготных носителей по аллелю 1 (GG) — 69%. Для сравнения, в контрольной группе доля гетерозиготных носителей изучаемого гена составила 15%, а доля гомозиготных носителей по аллелю 1 — 85%. Мутантных гомозигот по аллелю 2 (AA), не было выявлено ни в опытной, ни в контрольной группе. Однако были выявлены значимые различия в уровне СКФ основной группы в связи с полиморфными вариантами изучаемого гена. Так носители гомозиготной мутации гена *CYP2C19* (G681A) имели более низкий уровень

СКФ (60,02 мл/мин/1,73 м²), более высокую микроальбуминурию (0,33 г/л) по сравнению с гетерозиготными носителями (СКФ — 71,06 мл/мин/1,73 м²; микроальбуминурия — 0,09 г/л). Потребность в инсулине в сутки была примерно одинакова в обеих группах и составила в среднем 25 Ед/сутки.

У лиц с гомозиготным и гетерозиготным носительством гена *CYP2C19* (G681A) показатель СРО (уровень МДА) был одинаков и составил в среднем 33,3 мкМ/л. При этом, данный показатель в группе контроля составил 6,9 мкМ/л. Учитывая одинаковые показатели МДА у гомо и гетерозиготных носителей данного гена опытной группы и гомо- и гетерозиготных носителей группы контроля, можно предположить, что оба варианта полиморфизма обладают одинаковой активностью. Однако активность каждого рассматриваемого фермента системы АОЗ была выше в группе с гомозиготным полиморфизмом (GG). Что может свидетельствовать о повышении активности ферментов 2ой фазы биотрансформации ксенобиотиков на фоне повышенной свободнорадикальной нагрузке на организм. Возможно, именно этим и объясняется более значимое нарушение функции почек у лиц с данным полиморфизмом

У пациентов с СД 2 типа процент гомозиготных носителей (GG) гена «алкогольного цитохрома» *CYP2E1* (G1293C) был выше, чем у гетерозиготных носителей (72,6% против 27,4% соответственно). В группе контроля доля гомозигот (GG) также была значительно выше (95% против 5% соответственно). Значимых различий между СКФ у пациентов с гомо- и гетерозиготным полиморфизмом изучаемого гена выявлено не было, и средняя СКФ составила 63 мл/мин/1,73 м². Суточная микроальбуминурия также значимо не отличалась и составила в обеих группах 0,2 г/л. Значимых различий в инсулинопотребности в зависимости от сочетания полиморфных вариантов изучаемого гена также выявлено не было. Среднесуточная потребность составила –23 Ед/сут у носителей GC и 27 Ед/сут у носителей GG.

Показатель СРО был выше у гетерозиготных носителей полиморфизма (45,7 мкМ/л). У носителей полиморфизма GG уровень МДА составил 29,03 мкМ/л. Показатели ферментов антиоксидантной защиты (КАТ, Г-S-T) так же были выше у гетерозигот. А вот СОД у лиц с гетерозиготным носительством, напротив был ниже. Однако СОД у лиц основной группы (с СД 2 типа) с гетерозиготным полиморфизмом был ниже, чем у лиц с тем же полиморфизмом в контрольной группе (без СД 2 типа). Это может говорить о депрессии АОЗ и об ингибировании фермента продуктами ПОЛ. Мутантных гомозигот по аллеле 2 (CC) ни в опытной, ни в контрольной группе выявлено не было.

У пациентов с СД 2 типа процент выявленных гетерозиготных носителей гена *GSTP-1* (I105V) 16%, а гомозиготных по аллеле 1–76%, гомозиготных по аллеле 2–8%. В отличие от контрольной группы, в которой процент гетерозиготных носителей составлял 65%, а гомозиготных носителей — 35%, а доля гетерозигот по аллеле 2 — не выявлена. Значимых различий между гетерозиготными носителями (IV) и гомозиготными носителями по аллеле 1 — (II) в уровне СКФ, микроальбуминурии и суточной потребности в инсулине выявлено не было. (Средний уровень СКФ в двух подгруппах — 64 мл/мин/1,73 м², средний уровень микроальбуминурии — 0,18 г/л, суточная потребность в инсулине — 26 ед/сут.). А вот показали пациентов-носителей мутантной гомозиготы по аллеле 2 были значительно хуже. Так уровень СКФ в этой группе 48 мл/мин/1,73 м², уровень альбуминурии в разовой порции мочи составил 0,9 г/л. Суточная потребность в инсулине — 17,6 Ед/сут.

Самые высокие значения показателя СРО — МДА и ферментов АОЗ были в группе гомозиготных носителей по аллеле 1. Однако это не коррелировало со снижением функции почек. Значения ферментов АОЗ в группе носителей мутантной гетерозиготы были значительно выше, чем в контрольной группе, однако значимо не отличались от показателей гетерозиготных и гомозиготных носителей по аллеле 1. Уровень СРО — МДА в группе носителей мутантной гетерозиготы (VV) был значительно выше (100,5 мкМоль/л), чем у других пациентов опытной группы.

При исследовании T58C в гене *SOD2*, как в опытной, так и в контрольной группе были выявлены только носители гомозиготы по аллеле 1 (TT), что не позволяет давать заключения о состоянии АОЗ и ПОЛ, уровню СКФ и микроальбуминурии, так как различий в генотипе получено не было

Обсуждения

Активность процессов СРО и ПОЛ многократно возрастает при СД 2 типа и уровень оксидативного стресса отличается высокими значениями, что подтверждается увеличением содержания продуктов СРО в крови (МДА) на фоне возрастания активности ферментов системы АОЗ (СОД, КАТ, Г-S-T). Наиболее ярко данное явление иллюстрируется на примере мутантной гомозиготы по аллеле 2 гена *GSTP-1* (I105V). Наличие мутантной гомозиготы по аллеле 2 говорит о снижении активности фермента глутатионтрансферазы, что подтверждается полученными результатами (уровень данного фермента в этой группе самый низкий). Снижение активности этого фермента может приводить к недостаточности 2ой фазы биотрансформации ксенобиотиков, накоплению активных промежуточных

электрофильных метаболитов и повышению уровня СРО и ПОЛ. Что коррелирует со степенью тяжести нефропатии в этой когорте пациентов и доказывает влияние свободнорадикального повреждения на развитие диабетической нефропатии. Ферменты второй фазы отвечают за конъюгацию промежуточных продуктов метаболизма с эндогенными молекулами (глутатион, глюкуроновая кислота, сульфатная, метильная группа). Липофильный ксенобиотик становится гидрофильным, что обуславливает возможность его быстрой экскреции (через почки, ЖКТ или с выдыхаемым воздухом). Высокая активность ферментов второй фазы говорит о высокой «токсичной» нагрузке на организм, что подтверждается и высоким уровнем МДА — маркера свободно-радикального окисления. На фоне высокого уровня ферментов АОЗ и продуктов СРО у лиц с данным полиморфизмом определяется высокий уровень креатинина, низкая СКФ и более выраженная протеинурия, чем у носителей других вариантов полиморфизмов данного гена.

При оценке активности гена «алкогольного цитохрома» *CYP2E1* (G1293C) носители гетерозиготного полиморфизма отличались более выраженным повышением ферментов системы АОЗ и показателя СРО, чем носители гомозиготного полиморфизма (GG). И это можно объяснить тем, что, вероятно, гетерозиготный полиморфизм изменяет активность цитохрома р450, приводя к продукции большого количества свободных радикалов. На это реагирует система ферментов 2 фазы биотрансформации ксенобиотиков, чтобы «обезвредить» образовавшиеся в ходе первой фазы биотрансформации вещества. Однако, это не коррелировало с тяжестью нефропатии: состояние ДНП в обеих группах значимо не различалось.

При оценке активности гена *CYP2C19* (G681A) у лиц с гомозиготным полиморфизмом (GG) показатели ДНП были хуже (уровень СКФ ниже, а протеинурия — выше), чем у гетерозигот (GA), что коррелировало с повыше-

нием активности ферментов АОЗ в группе GG-полиморфизма. Данный феномен можно частично объяснить тем, что рассматриваемые гены, отвечают за синтез ферментов первой фазы биотрансформации ксенобиотиков. Мутантный гомозиготный полиморфизм данного гена, по-видимому, в большей мере приводит к дисбалансу в системе про/антиоксиданты за счет избыточного образования АФК, обеспечивая повышенную активацию процессов ПОЛ, что приводит накоплению в биологических жидкостях и тканях продуктов СРО, обладающих мембрано- и цитотоксическими свойствами.

Выводы

Высокая активность ферментов АОЗ и СРО говорит о высокой активности цитотоксических процессов в организме. Свободно-радикальное повреждение клеток нефрона, а также сосудов и нервов, кровоснабжающих и иннервирующих почку, вместе с глюкозотоксичностью приводит к формированию очагов гломерулосклероза. Именно гломерулосклероз является основной причиной прогрессирующего снижения функции почек, что лабораторно проявляется повышением уровня креатинина, снижением СКФ и нарастанием протеинурии. Выявление мутантного гомозиготного (VV) полиморфизма гена *GSTP-1* (I105V), в сочетании с отклонением активности ферментов системы АОЗ, ФБК (повышение, понижение) и увеличением показателей процессов СРО относительно референтных значений (показатели контрольной группы условно здоровых доноров) дают возможность оценить степень риска развития и прогрессирования ДНП. Данный подход позволяет на ранней стадии спрогнозировать риск развития быстро прогрессирующей нефропатии, своевременно осуществить мероприятия по ее профилактике и коррекции и предупредить раннее развитие таких тяжелых осложнений ДНП, как анемия, артериальная гипертензия, патология фосфорно-кальциевого обмена, дислипидемия, протеинурия и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Clinical guidelines for the treatment of type 2 diabetes mellitus, 2021 (In Russ).
2. Клиническая генетика — Бочков Н.П. -М: «ГЭОТАР-Медия»; 2011 год
3. Hardt P.D., Ewald N. Exocrine Pancreatic Insufficiency in Diabetes Mellitus: A Complication of Diabetic Neuropathy or a Different Type of Diabetes? *Exp Diabetes Res.* 2011; 2011:1–7. doi: 10.1155/2011/761950
4. Azizova G.I., Dadashova A.R., Amirova M.F. Biomarkers of oxidative stress and the state of the antioxidant system in type 2 diabetes mellitus. *Universum: Meditsina i farmakologiya.* 2016; 6(7). (In Russ). doi.org/10.17816/kmj2208
5. Sandström C.S., Ohlsson B., Melander O., An association between type 2 diabetes and α 1-antitrypsin deficiency. *Diabet Med.* 2008;42(4): 614–621. doi: https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2008.02584;
6. Polonikov A.V. et al., 2008 Vakhrusheva S.E. Polymorphism of xenobiotic detoxification genes in patients with early stages of lung disease / S.E. Vakhrusheva. — Vladivostok, 2018. — 23 p. doi.org/10.18093/0869-0189-2013-0-1-32-37
7. Pragmat Obs Res, Vaidya SR, Aeddula NR., *Chronic Renal Failure* 2019 Doi. 10.4324/9781315378589-5

8. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы. // Лабораторное дело. — 1988. — № 1. — С. 16–19.
9. Stalnaya I.D., Garishvili T.G., 1977. Method of determination of malonic dialdehyde using thiobarbituric acid // Modern methods in biochemistry. M.: Medicine. pp. 66–68 (In Russ.)
10. Karpishchenko A.I, Medical laboratory technologies and diagnostics: Guide. In 2 vols. Vol. 2: Medical laboratory technologies. St. Petersburg, Intermedica, 1999, (in Russ.)
11. Сирота Т.В. Новый подход в исследовании процесса аутоокисления адреналина и использование его для измерения активности супероксиддисмутазы. // Вопросы медицинской химии. — 1999. — № 45(3). — С. 263–272.

© Костюшок Надежда Яновна (ShagalovaN@list.ru), Иванова Людмила Александровна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кубанский Государственный Медицинский Университет

DOI 10.37882/2223-2966.2022.08.22

ПОСТКОВИДНЫЙ СИНДРОМ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ: ПАТОГЕНЕЗ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕАБИЛИТАЦИИ

POSTVOID SYNDROME FOR PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR DISEASE: PATHOGENESIS AND MAIN DIRECTIONS OF REHABILITATION

**E. Kubatieva
D. Gergova
A. Margusheva
A. Chochaev**

Summary. The article deals with the pathogenesis and main directions of rehabilitation of patients with cardiovascular diseases who underwent COVID-19. Special attention is paid to the peculiarities of cardiovascular system lesions in COVID-19. The components of cardiac rehabilitation program are also outlined. The basic components of rehabilitation procedures are considered in detail.

Keywords: COVID-19, rehabilitation, cardiology, exercises, activity.

Кубатиева Эльвира Мухамедовна

Ординатор, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х.М. Бербекова»
Elvira-0007@mail.ru

Гергова Дайана Анзоровна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х.М. Бербекова»
Gergova_d@mail.ru

Маргушева Алина Альбертовна

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова»
a.margusheva@mail.ru

Чочаев Азамат Магомедович

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова»
azamat.chochaev1999@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается патогенез и основные направления реабилитации пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, перенесшими COVID-19. Отдельное внимание уделено особенностям поражения сердечно-сосудистой системы при COVID-19. Также обозначены составляющие программы кардиореабилитации. Детально рассмотрены базовые компоненты реабилитационных процедур.

Ключевые слова: COVID-19, реабилитация, кардиология, упражнения, активность.

На сегодняшний день медицинской наукой точно выявлены и установлены механизмы появления новых вирусов, изучены клинико-эпидемиологические особенности «птичьего» гриппа H5N1 (2007 г.), «свиного» гриппа A H1N1pdm (2009 г.), тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-nCoV, 2), ближневосточного коронавируса синдрома (MERS-CoV, 2015 г.), наибольшей вспышки болезни Эбола в Западной Африке (2014–2015 гг.), вспышки лихорадки Зика (2016 г.) [1].

В декабре 2019 года в городе Ухань (провинция Хубэй, Китайская Народная Республика) был зарегистрирован первый случай коронавирусной болезни — COVID-19. Фактор, ответственный за возникновение этого заболевания, удалось довольно быстро идентифицировать — это новый РНК-вирус SARS-CoV-2 — он стал седьмым патогенным коронавирусом человека, однако первым, вызвавшим пандемию такого масштаба.

С самого начала пандемии COVID-19 перед врачами всех специальностей и кардиологами, в частности, встал ряд вопросов по ведению пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), но ответы на некоторые из них не получены и по сей день.

В настоящее время известно, что острая респираторная болезнь COVID-19, вызванная коронавирусом SARSCoV-2, оказывает негативное влияние на сердечно-сосудистую систему, но пока врачи не пришли к единому выводу — осложняет ли вирус уже существующие ССЗ или обуславливает развитие новых. Вирус может непосредственно атаковать клетки сердечной мышцы (что подтверждено результатами патологоанатомических исследований у пациентов, умерших в результате COVID-19), а также косвенно — как следствие воспалительной реакции в организме. Кроме того, активируя нейрогормональную систему, он может дестабилизировать систему кровообращения [2].

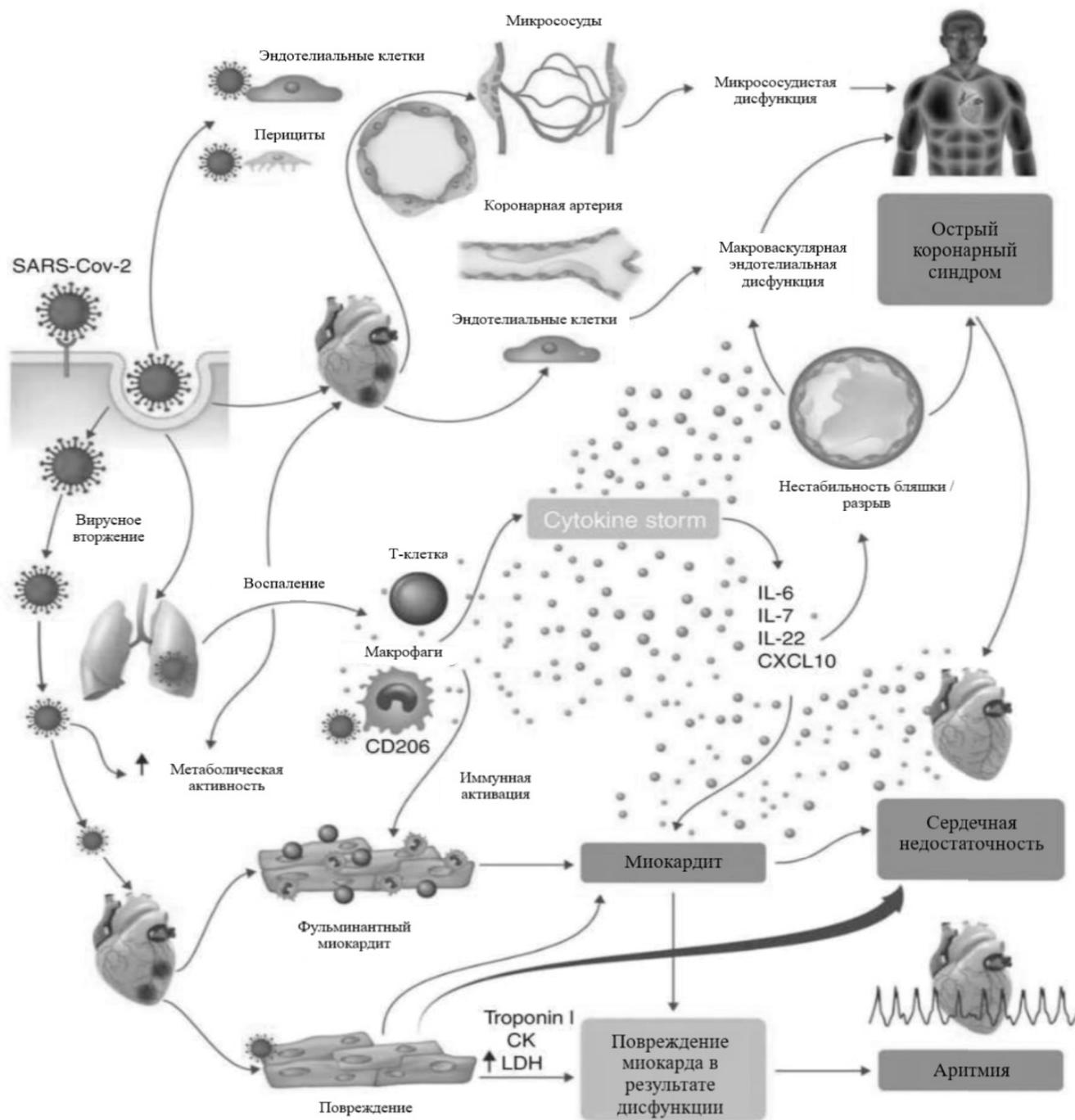


Рис. 1. Общая схема патогенеза поражения сердечно-сосудистой системы при коронавирусе — ключевые проявления и гипотетические механизмы

Таким образом, вопросы более четкого понимания направленности реабилитационных мероприятий и их возможного медикаментозного дополнения для людей с ССЗ являются актуальными и определяют необходимость более подробного анализа морфологии и патогенеза постковидных изменений, что и обуславливает выбор темы данной статьи.

Современные взгляды на особенности клинического течения, диагностики и лечения сердечно-сосудистых последствий коронавирусной болезни 2019 года (COVID-19) нашли свое отражение в трудах Марцевича С.Ю., Барбараша О.Л., Королевой Е.В., Григорьевой Н.Ю., Петелиной И.С., Dioh W., Chabane M., Anghel, R.; Adam, С.А.

Подробному анализу сердечно-сосудистых осложнений COVID-19 и разработке методик физиотерапевтического лечения, направленного на восстановление эндотелиальной дисфункции и сдерживание тромбоэмболических осложнений, посвятили свои работы Полонская Я.В., Каштанова Е.В., Корякин Е.С., Bourgonje A., Abdulle A., Timens W.

Однако, несмотря на имеющиеся публикации и широкое внимание к рассматриваемой проблематике в научно-экспертном сообществе, знаний о ССЗ и осложнениях COVID-19 все еще недостаточно чтобы концептуализировать потенциальные стратегии реабилитации пациентов с такими последствиями.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, цель статьи заключается в рассмотрении патогенеза и основных направлений реабилитации пациентов с ССЗ, которые переболели COVID-19.

О повреждении сердца сообщалось во многих исследованиях как о важном проявлении COVID-19. У госпитализированных пациентов частота поражения сердца в результате перенесенной инфекции коронавируса колебалась в пределах 7–28% [3].

Общая схема патогенеза COVID-19 у людей с ССЗ представлена на рис. 1.

Как свидетельствует рис. 1 SARS-CoV-2 фиксируется на трансмембранном ангиотензин-превращающем ферменте-2 и проникает в клетки человека, включая макрофаги, пневмоциты второго типа, перициты, эндотелиальные клетки и сердечные миоциты. Это является причиной полиорганной недостаточности и воспаления. Инфицирование перицитов или эндотелиальных клеток несет в себе критическую угрозу, поскольку может повлечь за собой возникновение в тяжелой форме макрососудистой и микрососудистой дисфункции. Помимо этого, чрезмерная реактивность иммунитета способна привести к дестабилизации атеросклеротических бляшек и развитию острых коронарных синдромов. В свою очередь инфицирование дыхательных путей, особенно пневмоцитов второго типа, вирусом SARS-CoV-2 проявляется прогрессированием системного воспаления и чрезмерной реакцией иммунных клеток, что приводит к «цитокиновому шторму», в результате которого повышается уровень таких цитокинов, как IL-6, IL-7, IL-22 и CXCL10. Впоследствии возможно, что активированные Т-клетки и макрофаги могут проникнуть в инфицированный миокард, что приведет к развитию фульминантного миокардита и серьезному повреждению сердца. Этот процесс может еще более усилиться под воздействием цитокинового шторма. Аналогичным образом, вирусная инвазия способна

привести к повреждению сердечных миоцитов, что непосредственно повлечет за собой дисфункцию миокарда и будет способствовать развитию аритмий [4].

Очевидно, что с учетом вышеизложенного программы кардиореабилитации имеют очень важное значение в преодолении последствий и облегчении состояний людей с постковидным синдромом. Конечной целью этой программы является предотвращение рецидивов заболеваний, связанных с сердцем, снижение риска других сердечных событий, таких как аритмия или сердечная недостаточность, а также улучшение состояния психического здоровья и качества жизни пациентов, связанных с заболеваниями сердца.

По мнению автора, программу кардиологической реабилитации после заболевания COVID-19 следует направлять на оценку и управление рисками и угрозами. Эта программа должна предусматривать профилактический образ жизни для контроля факторов, ведущих к осложнениям, связанным с ожирением, гипертонией, диабетом и дислипидемией.

Традиционно кардиологическая реабилитация делится на три фазы.

Первая фаза — острая фаза, которая начинается с момента госпитализации после сердечного приступа и до выписки, включает программы ранней мобилизации.

Вторая фаза — фаза контролируемой реабилитации, она берет свое начало после полного выздоровления и характеризуется интенсивным обучением и аэробными занятиями для достижения желаемых результатов упражнений.

Третья фаза — это фаза, посвященная поддержанию аэробной активности с помощью регулярной программы упражнений.

Однако эта градация в период COVID-19 претерпела некоторых изменений, поскольку эксперты рекомендовали там, где нет критической необходимости, ограничить прямой контакт между реабилитационными терапевтами и пациентами из-за высокой скорости передачи инфекции. В качестве альтернативы предложено было использовать телемедицину как вариант скрининга и, если возможно, лечения пациентов.

С учетом вышеизложенных факторов, считаем, что в состав кардиологической реабилитации для людей с постковидным синдромом следует включать медицинское обследование; физические упражнения, контроль питания, уровня липидов и артериального

давления; планирование программ по снижению курения и потребления алкоголя; управление стрессом; модифицированную индивидуальную консультацию по образу жизни; индивидуальную целенаправленную фармакологическую терапию; обучение пациентов и психологическое консультирование. Компонентами программы реабилитации являются аэробные тренировки, силовые упражнения/тренировки на сопротивление, развитие гибкости, осанки, координации и баланса.

Кроме того, реабилитационные процедуры должны быть сосредоточены на основных базовых компонентах (т.е. образование, медицинская терапия, управление рисками образа жизни и психосоциальная поддержка) с индивидуальным подходом на основе остаточных кардиологических рисков, психологических симптомов и оценки образа жизни. Очные сеансы могут быть заменены дистанционной оценкой и мониторингом/руководством с помощью телереабилитации. Оценка состояния пациента и стратификация риска, по воз-

можности, могут проводиться с помощью тестов с физической нагрузкой.

Целью физических упражнений в контексте сердечно-сосудистых осложнений COVID-19 является запуск системного антиоксидантного ответа для модуляции воспалительного состояния, вызванного вирусом, и вмешательства в вызванную им эндотелиальную дисфункцию. Также отдельное внимание следует уделить респираторной реабилитации, которая позволяет активировать коллатеральную вентиляцию, улучшить распределение вдыхаемого воздуха, вывести воздух за выделения и уменьшить сопротивление дыхательных путей.

Таким образом, для пациентов с постковидным синдромом в зависимости от первоначальной оценки и индивидуального клинического профиля, а также характерных сердечно-сосудистых рисков, должна быть разработана программа реабилитации, включающая разнообразные упражнения, приемы, консультации и тренировки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Недогада С.В. Сердечно-сосудистая патология и COVID-19: кратко о главном // *Consilium Medicum*. 2020. Т. 22. № 5. С. 19–21.
2. Чазова И.Е., Миронова О.Ю. COVID-19 и сердечно-сосудистые заболевания // *Терапевтический архив*. 2020. Т. 92. № 9. С. 4–7.
3. Сережина Е.К., Обрезан А.Г. Патофизиологические механизмы и нозологические формы сердечно-сосудистой патологии при COVID-19 // *Кардиология*. 2020. Т. 60. № 8. С. 23–26.
4. Чазова И.Е. COVID-19: пациент с сердечно-сосудистой патологией в зоне особого риска // *Системные гипертензии*. 2020. № 2. С. 76–83.

© Кубатиева Эльвира Мухамедовна (Elvira-0007@mail.ru), Гергова Дайана Анзоровна (Gergova_d@mail.ru),
Маргушева Алина Альбертовна (a.margusheva@mail.ru), Чочаев Азамат Магомедович (azamat.chochaev1999@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕЗИДЕНТНЫЕ Т-КЛЕТКИ ПАМЯТИ: РОЛЬ В ПАТОГЕНЕЗЕ ПСОРИАЗА И НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ТЕРАПИИ

TISSUE-RESIDENT MEMORY T CELLS IN THE PATHOGENESIS AND TREATMENT OF PSORIASIS

**P. Lazareva
E. Trapeznikova
V. Stupin
E. Silina**

Summary. Psoriasis is one of the most common autoimmune diseases that mainly affects the skin. The presented review of the world literature discusses the role of tissue resident memory T-cells (TRM) in the pathogenetic pathways of development of plaque psoriasis, and potential success in finding a new effective and safe method of its treatment or improvement of existing therapies. TRMs are a pool of non-circulating lymphocytes that can reside indefinitely in peripheral tissues, including the skin in psoriasis. They can induce an adaptive immune response and, as a result, the development of psoriatic inflammation. TRMs are sources of cytokines IL-17 and IL-22, leading to the development and maintenance of psoriatic inflammation. TRMs are present and functional in psoriasis-affected areas of the skin even after complete remission of the disease. However, to date, there are no drugs that completely inhibit the pathological activity of TRM, which is presumably the main cause of the psoriasis recurrence after therapy.

Keywords: memory resident T cells, TRM, lymphocytes, cytokines, psoriasis, skin.

Лазарева Полина Игоревна

ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова»
Минздрава России (Сеченовский университет)
(г. Москва)

Трапезникова Екатерина Сергеевна

ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова»
Минздрава России (Сеченовский университет)
(г. Москва)

Ступин Виктор Александрович

Д.м.н., профессор, ФГБАУ ВО «РНИМУ им.
Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва)

Силина Екатерина Владимировна

Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им.
И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский
университет) (г. Москва)
silinaekaterina@mail.ru

Аннотация. Псориаз является одной из самых распространенных аутоиммунных заболеваний, поражающее в основном кожу. В представленном обзоре мировой литературы обсуждается роль резидентных Т-клеток памяти (сокр. TRM, от англ. tissue-resident memory T-cells) в патогенетических путях развития бляшечного псориаза, и потенциальные успехи в поиске нового эффективного и безопасного метода его лечения или усовершенствования уже имеющихся способов терапии. TRM представляют собой пул нециркулирующих лимфоцитов, способных неопределенно долго находиться в периферических тканях, в том числе в коже при псориазе. Они могут вызывать адаптивный иммунный ответ и, как следствие, развитие псориатического воспаления. TRM являются источниками IL-17 и IL-22 — цитокинов, ведущих к развитию и поддержанию псориатического воспаления. Было доказано, что TRM присутствуют и функционируют в пораженных псориазом участках кожи даже после полной ремиссии заболевания. Однако на сегодняшний день нет препаратов, полностью ингибирующих патологическую активность TRM, что предположительно является основной причиной рецидивирования псориаза после терапии.

Ключевые слова: резидентные Т-клетки памяти, TRM, лимфоциты, цитокины, псориаз, кожа.

Псориаз — это иммуноопосредованное мультифакториальное хроническое воспалительное заболевание, поражающее преимущественно кожу и характеризующееся дисбалансом между провоспалительными и противовоспалительными цитокинами, ускоренной пролиферацией кератиноцитов и нарушением их дифференцировки [1–4]. На сегодняшний день псориаз относится к одному из самых распространенных заболеваний кожи, им страдают около 2% населения (приблизительно 125 миллионов человек по дан-

ным консорциума Всемирного дня борьбы с псориазом [5]). Псориазом чаще страдают взрослые (0,5–11,4%), а не дети (0–1,4%), при этом заболевание чаще встречается в странах с высоким уровнем дохода и в регионах с пожилым населением (по данным глобальной эпидемиологии псориаза, наименьшая распространенность данной патологии регистрируется в восточной Азии, а самая высокая — в Северной Америке и Западной Европе) [2,6–8]. Согласно официальной статистике в Российской Федерации распространенность псориаза

в 2018 году составляла 242,4 заболевания на 100 тысяч населения; заболеваемость — 66,5 на 100 тысяч населения [3]. При этом у 73% больных псориазом наблюдается лёгкая или средняя степени заболевания, а 27% имеют более серьёзные поражения кожи [9].

Псориаз — это не только косметическая проблема. Это системное заболевание, по отношению к которому все чаще стали применять термин «псориазическая болезнь» ввиду поражения им не только кожи, но и опорно-двигательного аппарата (псориазический артрит) [10], эндокринной и сердечно-сосудистой систем [11,12]. Более 60% пациентов сообщают, что болезнь представляет собой большую проблему для их повседневной жизни [13–15]. Она оказывает значительное влияние на качество жизни, вызывая не только физические, но и психические расстройства, в том числе — депрессию [16]. Было показано, что псориаз увеличивает общую смертность и сокращает ожидаемую продолжительность жизни на 3,5 года у мужчин и на 4,4 года у женщин, по сравнению с теми, у кого его нет [17]. Наиболее распространёнными специфическими причинами смерти больных псориазом являются сердечно-сосудистые заболевания, за которыми следуют инфекции, злокачественные новообразования, заболевания печени, почек, органов дыхания и пищеварения [18].

До сих пор нет лекарства, излечивающего пациента от псориаза [19–21]. В настоящее время существует три основных направления терапии: местная — крема и мази, фототерапия — воздействие определенных типов ультрафиолетового излучения на кожу, системная — пероральные и инъекционные препараты [22]. На сегодняшний день основными методами остаются местная терапия, фототерапия (ПУВА- и УФВ-терапия), и все более распространёнными становятся биологические способы лечения (моноклональные антитела) [23]. Несмотря на активное применение препаратов с высокой доказательной базой по всем правилам доказательной медицины, таких как апремиласт [24], инфликсимаб [25], секукинумаб [26] (одобрены FDA и EMA), многие больные отмечают, что нынешние методы лечения не обеспечивают долгосрочного эффекта в связи с рецидивирующим течением (краткосрочная ремиссия наблюдается лишь в 40% случаев) [9,27]. Это связано с тем, что до сих пор механизм псориаза до конца не изучен и является предметом дискуссий среди ученых и врачей.

Самым распространённым типом псориаза является бляшечный, им страдают порядка 80% пациентов [28]. Одной из особенностей течения заболевания является появление новых бляшек на месте прежних, регрессировавших после терапии, что прогрессивно утяжеляет состояние пациентов. И все больше достоверных

публикаций подтверждают одну из ключевых ролей в этом процессе резидентных Т-клеток (TRM от англ. tissue-resident memory T cells) [29]. Именно поэтому мы посвятили данную публикацию изучению резидентных Т-клеток в надежде на поиск патогенетических путей развития псориаза для последующей возможной разработки алгоритма эффективного и безопасного лечения.

Роль TRM-клеток в патогенезе псориаза

TRM транскрипционно, фенотипически и функционально отличаются от традиционных клеток центральной памяти и эффекторных Т-клеток памяти. Они встречаются среди клеток крови, Т-клеточных зон вторичных лимфоидных органов, и нелимфоидных тканей, таких как кожа, где они действуют как цитотоксические Т-лимфоциты, в норме отвечая за защиту от вирусных и бактериальных инфекций. TRM неоднородны в зависимости от происхождения, но отмечается, что при псориазе все они экспрессируют провоспалительные цитокины, которые играют непосредственную роль в его патогенезе [30–32].

Предположения о том, что псориазическая кожа может сама по себе служить источником антиген-специфических Т-клеток, появились в ходе проведения экспериментальных исследований, когда неповрежденные образцы кожи, в прошлом пораженные псориазом, ксеротрансплантировались гуманизированным иммунодефицитным мышам, при этом на участках кожи мышей спонтанно развивались псориазические бляшки [33]. Это позволяет предположить наличие клеток, находящихся в неповрежденной, но ранее пораженной коже, которых достаточно для развития псориазического заболевания.

Принято считать, что эффекторные Т-клетки дифференцируются в лимфатических узлах, а затем мигрируют в кожу [34], однако наблюдения, связанные с TRM, подтверждают их способность пролиферировать и активироваться при рецидиве без участия Т-хелперов, и тем самым ставят под сомнение исключительную роль лимфатических узлов в пролиферации и дифференцировке Т-лимфоцитов [35]. Также обращает на себя внимание тот факт, что бляшки, затрагивающие даже обширные участки кожи, регрессируют бесследно, не оставляя, например, рубцов или участков нарушения пигментации, но после прекращения лечения обычно быстро рецидивируют на том же месте, где были ранее. Это говорит о наличии «спящих» внутрикожных клеток, ответственных за патогенез псориаза и за рецидивирование на участках ранее регрессированных поражений, которыми являются TRM.

Недавние исследования этиопатогенеза псориаза показали, что после исчезновения псориазных бляшек в участках уже здоровой кожи все еще можно найти след воспаления в виде наличия внутрикожных нециркулирующих Т-клеток памяти — TRM [29]. Они способны инициировать воспалительный каскад в коже в период ремиссии, в том числе в одних и тех же анатомических участках, так как являются источниками необходимых для развития псориазных бляшек воспалительных цитокинов — IL-17 и IL-22 [32,36,37].

Достоверно неизвестно, как происходит дифференцировка TRM. Наивные Т-клетки CD45RA+ после активации антигеном приобретают фенотип CD45RO+, образуют клон и делятся на два пула: эффекторные Т-клетки (киллеры и хелперы) и Т-клетки памяти. Т-клетки памяти делятся на два пула: центральные клетки памяти (TCM), экспрессирующие L-селектин и CCR7 (C–C chemokine receptor type 7), и эффекторные клетки памяти (TEM), которые секретируют цитокины, такие как IFN- γ и IL-4. Предполагается, что резидентные клетки ткани — это потомки эффекторной субпопуляции Т-клеток памяти, которые потеряли способность рециркулировать по организму. Об этом свидетельствует то, что TRM, как и другие эффекторные клетки крови, синтезируют маркер активированных клеток CD69 (участвует в пролиферации лимфоцитов и в процессах воспаления [38] и препятствует синтезу рецептора S1PR1 (sphingosine-1-phosphate receptor 1) на поверхности TRM, связывание с которым позволяет клеткам покидать ткани для циркуляции) [39]. При этом от других эффекторных клеток их отличает наличие CD103 (локализирован с CD69), который необходим для формирования TRM [30] и прикреплению TRM к эпителию кожи с помощью связывания их с E-кадерином, вырабатываемым кератиноцитами [39]. При этом есть данные о пулах клеток TRM, которые не имеют экспрессии либо CD69 [40], либо CD103 [41], что говорит о неуниверсальности этих молекул. Это необходимо иметь в виду при выборе мишени TRM при таргетной терапии.

Использование данных о TRM-клетках для разработки новых методов лечения псориаза

Изучение роли подмножеств лимфоцитов, хемоаттрактантов, механизмов иммунитета в патофизиологии псориаза за последние 30 лет внесли решающий вклад в создание современных биологических методов его лечения: на сегодняшний день терапия моноклональными антителами — наиболее эффективный метод лечения псориаза. Препараты, например, инфликсимаб, адалимумаб, голимумаб, устекинумаб и др., работают по-разному, но объединяет их действие, нацеленное на подавление цитокинов, играющих основную роль

в патогенезе псориаза — IL-1b, IL-23, IL-12, IL-17, IL-22, TNF- α и др. [28]. Так как биологическая терапия является наиболее успешной, следует обратить внимание именно на молекулярные и иммунологические аспекты патогенеза псориаза для разработки новых эффективных способов лечения, связанных с ингибированием TRM-клеток.

Существующих методов лечения псориаза недостаточно для осуществления терапии, нацеленной против TRM. Было показано, что успешное лечение с помощью биопрепаратов, подавляющих IL-17, приводит к снижению количества продуцирующих IL-17 TRM в пораженной коже, но в целом частота встречаемости этих клеток среди общего количества Т-лимфоцитов не изменяется [42]. В другом исследовании было обнаружено, что после использования биопрепаратов происходит снижение пролиферации кератиноцитов, однако процент CD103+TRM, продуцирующих IL-17, не был значительно снижен после лечения [43]. Также было установлено, что CD8+TRM, продуцирующие IL-17, и CD4+TRM, продуцирующие IL-22, остаются в псориазном эпидермисе в течение шести лет после начала успешной биологической терапии против TNF- α [17]. При этом ультрафиолетовое облучение приводит к уменьшению количества Т-клеток, продуцирующих IL-17, в коже, и эти субпопуляции Т-клеток включают TRM [44]. Также есть данные о том, что местные аналоги витамина D и кортикостероиды снижают количество TRM, продуцирующих IL-17, в пораженных псориазом местах [45,46]. Возможно, стоит учесть эти данные при разработке новых способов терапии, так как комплексный метод лечения, сочетающий местную, биологическую и фототерапию может оказаться самым эффективным.

Оптимальное время лечения для количественного подавления TRM неизвестно. Для полной ремиссии заболевания требуется снижение количества и угнетение патологических функций TRM. Клетки TRM долгоживущие и устойчивые к повреждающим факторам и апоптозу, что объясняет трудности в лечении псориаза и частые рецидивы в одних и тех же местах. Даже после разрешения клинических поражений они способны накапливаться в разрешившихся поражениях и продуцировать там IL-17, а эффективная терапия подавляет их активность, но не их количество [42]. Следует отметить, что активные эффекторные Т-клетки, участвующие в воспалительном процессе, могут развиваться в долгоживущие эпидермальные TRM-клетки по мере ослабления болезни [47]. Снижение количества и активности TRM могло бы гарантировать отсутствие рецидивов псориазных бляшек и пожизненную ремиссию.

Таким образом, открытие роли TRM в патогенезе псориаза позволяет лучше понять взаимоотношения

между медиаторами, клетками врожденной и адаптивной иммунной системы, кератиноцитами и эндотелиальными клетками. На сегодняшний день изучение TRM является одним из самых перспективных направлений в разработке новых стратегий лечения псориаза. Однако многие вопросы остаются открытыми, поэтому целесообразным является проведение дальнейших всесторонних исследований TRM-клеток. Понимание патогенетической связи псориаза и TRM позволит ответить на ряд вопросов: какова роль TRM в развитии толерантности при лечении, в появлении рецидивов

в одних и тех же анатомических областях, в патогенезе феномена Кебнера; как долго должно длиться лечение, чтобы популяция TRM в местах псориатических поражений снизилась и будет ли достаточно этого снижения для достижения длительной ремиссии; нужно ли полностью инактивировать патологические TRM и каким образом не затрагивать при этом непатогенные TRM и другие иммунные клетки кожи. Авторы надеются, что ответы на эти вопросы позволят таргетно, эффективно и безопасно исцелить миллионы пациентов во всем мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. Marzano A.V., Derlino F., Berti E.F. Pathogenesis of Psoriasis: Focus on Autoinflammation // *Dermatopathology*. 2018. Vol. 5, № 1. P. 14–15.
2. Parisi R. et al. Global Epidemiology of Psoriasis: A Systematic Review of Incidence and Prevalence // *Journal of Investigative Dermatology*. 2013. Vol. 133, № 2. P. 377–385.
3. «Клинические рекомендации “Псориаз” (утв. Минздравом России) [Electronic resource]. URL: <https://legalacts.ru/doc/klinicheskie-rekomendatsii-psoriaz-utv-minzdravom-rossii/> (accessed: 30.05.2022).
4. Молочков В. et al. Псориаз и псориатический артрит. Т-во научных изданий КМК; Авторская академия, 2007. Vol. 1. 298 p.
5. Get the facts about psoriasis and psoriatic arthritis: National Psoriasis Foundation [Electronic resource]. URL: <https://www.psoriasis.org/psoriasis-statistics/> (accessed: 30.05.2022).
6. Michalek I.M., Loring B., John S.M. A systematic review of worldwide epidemiology of psoriasis // *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017. Vol. 31, № 2. P. 205–212.
7. AlQassimi S. et al. Global burden of psoriasis — comparison of regional and global epidemiology, 1990 to 2017 // *Int J Dermatol*. 2020. Vol. 59, № 5. P. 566–571.
8. Iskandar I.Y.K. et al. Systematic review examining changes over time and variation in the incidence and prevalence of psoriasis by age and gender // *Br J Dermatol*. 2021. Vol. 184, № 2. P. 243–258.
9. Lebwohl M.G. et al. Patient perspectives in the management of psoriasis: results from the population-based Multinational Assessment of Psoriasis and Psoriatic Arthritis Survey // *J Am Acad Dermatol*. 2014. Vol. 70, № 5. P. 871–881.e1–30.
10. Mease P.J. et al. Prevalence of rheumatologist-diagnosed psoriatic arthritis in patients with psoriasis in European/North American dermatology clinics // *J Am Acad Dermatol*. 2013. Vol. 69, № 5. P. 729–735.
11. Лыкова С.Г., Спицына А.В., Моржанаева М.А. Метаболический синдром и псориаз как коморбидные состояния // *Дальневосточный медицинский журнал*. 2017. № 1. P. 93–98.
12. Кузьмина О.А., Миронова О.Ю., Фомин В.В. Сосудистые заболевания у пациентов с псориазом в клинической практике: клинический случай // *Евразийский кардиологический журнал*. 2022. № 1. P. 94–99.
13. Stern R.S. et al. Psoriasis is common, carries a substantial burden even when not extensive, and is associated with widespread treatment dissatisfaction // *J Invest Dermatol Symp Proc*. 2004. Vol. 9, № 2. P. 136–139.
14. World Health Organization. Global report on psoriasis. World Health Organization, 2016.
15. Бакулев А.Л. Псориаз: клинические особенности, факторы риска и ассоциированные коморбидные состояния // *CPT*. 2019. Vol. 27, № 1. P. 35–39.
16. Dowlatshahi E.A. et al. The Prevalence and Odds of Depressive Symptoms and Clinical Depression in Psoriasis Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Journal of Investigative Dermatology*. 2014. Vol. 134, № 6. P. 1542–1551.
17. Severe Psoriasis May Up Risk of Death [Electronic resource]. URL: <https://www.webmd.com/skin-problems-and-treatments/psoriasis/news/20071217/severe-psoriasis-may-up-risk-of-death> (accessed: 13.04.2022).
18. Gorbachev A.V., Fairchild R.L. CD4+CD25+ regulatory T cells utilize FasL as a mechanism to restrict DC priming functions in cutaneous immune responses // *Eur. J. Immunol*. 2010. Vol. 40, № 7. P. 2006–2015.
19. Balak D.M.W. et al. Long-term Safety of Oral Systemic Therapies for Psoriasis: A Comprehensive Review of the Literature // *Dermatol Ther (Heidelb)*. 2020. Vol. 10, № 4. P. 589–613.
20. Reid C., Griffiths C.E.M. Psoriasis and Treatment: Past, Present and Future Aspects // *Acta Derm Venereol*. 2020. Vol. 100, № 3. P. adv00032.
21. Sbidian E. et al. Systemic pharmacological treatments for chronic plaque psoriasis: a network meta-analysis // *Cochrane Database of Systematic Reviews* / ed. Cochrane Skin Group. 2021. Vol. 2021, № 12.
22. Greaves M.W., Weinstein G.D. Treatment of Psoriasis // *N Engl J Med* / ed. Wood A.J.J. 1995. Vol. 332, № 9. P. 581–589.
23. Ходот Е.Н. et al. Исследование фототоксического эффекта новых замещенных производных фуридигидрохинолина — потенциальных средств для фототерапии псориаза // *Биоорганическая химия*. 2020. Vol. 46, № 2. P. 189–200.
24. Papp K. et al. Efficacy of apremilast in the treatment of moderate to severe psoriasis: a randomised controlled trial // *The Lancet*. 2012. Vol. 380, № 9843. P. 738–746.

25. Gall J.S., Kalb R.E. Infliximab for the treatment of plaque psoriasis // *Biologics*. 2008. Vol. 2, № 1. P. 115–124.
26. Langley R.G. et al. Secukinumab in Plaque Psoriasis — Results of Two Phase 3 Trials // *N Engl J Med*. 2014. Vol. 371, № 4. P. 326–338.
27. Gelfand J.M. et al. Epidemiology of psoriatic arthritis in the population of the United States // *J Am Acad Dermatol*. 2005. Vol. 53, № 4. P. 573.
28. Armstrong A.W., Read C. Pathophysiology, Clinical Presentation, and Treatment of Psoriasis: A Review // *JAMA*. 2020. Vol. 323, № 19. P. 1945–1960.
29. Gallais S  r  zal I. et al. A skewed pool of resident T cells triggers psoriasis-associated tissue responses in never-lesional skin from patients with psoriasis // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2019. Vol. 143, № 4. P. 1444–1454.
30. Wu H. et al. Pathogenic role of tissue-resident memory T cells in autoimmune diseases // *Autoimmunity Reviews*. 2018. Vol. 17, № 9. P. 906–911.
31. Casey K.A. et al. Antigen-Independent Differentiation and Maintenance of Effector-like Resident Memory T Cells in Tissues // *J.I.* 2012. Vol. 188, № 10. P. 4866–4875.
32. Diani M., Altomare G., Reali E. T Helper Cell Subsets in Clinical Manifestations of Psoriasis // *Journal of Immunology Research*. 2016. Vol. 2016. P. 1–7.
33. Guerrero-Aspizua S. et al. Development of a Bioengineered Skin-Humanized Mouse Model for Psoriasis // *The American Journal of Pathology*. 2010. Vol. 177, № 6. P. 3112–3124.
34. Shin H., Iwasaki A. Tissue-resident memory T cells // *Immunol Rev*. 2013. Vol. 255, № 1. P. 165–181.
35. Khairutdinov V.R. et al. The role of intradermal proliferation of T-cells in the pathogenesis of psoriasis // *An Bras Dermatol*. 2017. Vol. 92, № 1. P. 41–44.
36. Watanabe R. Protective and pathogenic roles of resident memory T cells in human skin disorders // *Journal of Dermatological Science*. 2019. Vol. 95, № 1. P. 2–7.
37. Vo S. et al. CD8 resident memory T cells with interleukin 17A-producing potential are accumulated in disease-na  ve nonlesional sites of psoriasis possibly in correlation with disease duration // *Br J Dermatol*. 2019. Vol. 181, № 2. P. 410–412.
38. Hasegawa A., Nakayama T. [Role of CD69 in the pathogenesis of inflammation] // *Nihon Rinsho Meneki Gakkai Kaishi*. 2010. Vol. 33, № 4. P. 189–195.
39. Owczarczyk-Saczonek A. et al. Immunological Memory of Psoriatic Lesions // *IJMS*. 2020. Vol. 21, № 2. P. 625.
40. Steinert E.M. et al. Quantifying Memory CD8 T Cells Reveals Regionalization of Immunosurveillance // *Cell*. 2015. Vol. 161, № 4. P. 737–749.
41. Bergsbaken T., Bevan M.J. Proinflammatory microenvironments within the intestine regulate the differentiation of tissue-resident CD8+ T cells responding to infection // *Nat Immunol*. 2015. Vol. 16, № 4. P. 406–414.
42. Fujiyama T. et al. Skin Infiltration of Pathogenic Migratory and Resident T Cells Is Decreased by Secukinumab Treatment in Psoriasis // *J Invest Dermatol*. 2020. Vol. 140, № 10. P. 2073–2076.e6.
43. Mashiko S. et al. Persistence of Inflammatory Phenotype in Residual Psoriatic Plaques in Patients on Effective Biologic Therapy // *Journal of Investigative Dermatology*. 2020. Vol. 140, № 5. P. 1015–1025.e4.
44. S  yland E. et al. Sun exposure induces rapid immunological changes in skin and peripheral blood in patients with psoriasis: Immunological changes in sun-exposed patients with psoriasis // *British Journal of Dermatology*. 2011. Vol. 164, № 2. P. 344–355.
45. Dyring-Andersen B. et al. The Vitamin D Analogue Calcipotriol Reduces the Frequency of CD8 + IL-17 + T Cells in Psoriasis Lesions // *Scand J Immunol*. 2015. Vol. 82, № 1. P. 84–91.
46. Fujiyama T. et al. Topical application of a vitamin D3 analogue and corticosteroid to psoriasis plaques decreases skin infiltration of TH17 cells and their ex vivo expansion // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2016. Vol. 138, № 2. P. 517–528.e5.
47. Mackay L.K. et al. Long-lived epithelial immunity by tissue-resident memory T (T RM) cells in the absence of persisting local antigen presentation // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2012. Vol. 109, № 18. P. 7037–7042.

   Лазарева Полина Игоревна, Трапезникова Екатерина Сергеевна,
Ступин Виктор Александрович, Силина Екатерина Владимировна (silinaekaterina@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИММУННОГО ОТВЕТА ПРИ ГЕРПЕТИЧЕСКОМ КЕРАТИТОУВЕИТЕ

SOME FEATURES OF THE IMMUNE RESPONSE IN HERPETIC KERATITOUVEITIS

O. Moskalets

Summary. Despite numerous studies of the pathogenesis of ophthalmoherpес and the immune response to this infection, the search for rational approaches to its treatment, especially complicated forms, is still relevant. The aim of the study was to assay a number of parameters of the humoral immune response, phagocytosis, mRNA expression of some cytokines in patients with herpetic keratouveitis complicated by secondary infection, to justify the inclusion of immunotropic drugs in complex therapy.

Analysis of the results revealed multidirectional changes in the studied parameters and positive clinical and laboratory dynamics in the course of treatment. Prospective observation showed that in the vast majority of cases there were no recurrences of the disease after a course of immunomodulatory therapy. The study of mRNA expression indicators is a promising method for assessing the severity of the course of herpetic keratouveitis and determining the tactics of patient management.

Keywords: ophthalmoherpес, keratouveitis, immunoglobulins, phagocytosis, mRNA, cytokines, immunotropic drugs.

Москалец Оксана Владимировна

К.м.н., доцент, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им.

*М.Ф. Владимирского
6816000@mail.ru*

Аннотация. Несмотря на многочисленные исследования патогенеза офтальмогерпеса и иммунного ответа на эту инфекцию, поиск рациональных подходов к его лечению, особенно осложненных форм, по-прежнему актуален. Целью исследования было определение ряда показателей гуморального иммунного ответа, фагоцитоза, экспрессии мРНК некоторых цитокинов у больных герпетическим кератоувеитом, осложненным вторичной инфекцией, для обоснования включения в комплексную терапию иммуностропных препаратов. Анализ результатов выявил разнонаправленные изменения в изучаемых показателях и положительную клинико-лабораторную динамику в процессе лечения. Проспективное наблюдение показало, что в подавляющем большинстве случаев после курса иммуномодулирующей терапии рецидивов заболевания не было. Исследование показателей экспрессии мРНК является перспективным методом для оценки тяжести течения герпетического кератоувеита и определения тактики ведения больного.

Ключевые слова: офтальмогерпес, кератоувеит, иммуноглобулины, фагоцитоз, мРНК, цитокины, иммуностропные препараты.

Согласно данным статистики, в нашей стране ежегодно регистрируется от 100000 до 300000 случаев офтальмогерпеса [1]. Чаще всего, в роли этиологического фактора выступает вирус простого герпеса, на втором месте — ЦМВ [2,3]. Актуальность проблемы кератоувеита, вызванного герпетической инфекцией (ГК), обусловлена тяжелым течением заболевания, частыми рецидивами и, вследствие этого, высокой частотой инвалидизации, развитием многочисленных осложнений, в том числе вследствие присоединившейся вторичной бактериальной или грибковой инфекции. При этом интенсификация лечения нередко сопровождается синдромом эндогенной интоксикации, угнетением кроветворения, токсическим поражением внутренних органов. Поэтому несмотря на несомненные успехи фармакотерапии, поиск рациональных подходов к лечению продолжается [4–6]. Безусловно, существенное влияние на течение заболевания и его исходы оказывает состояние иммунной системы, в том числе баланс про- и противовоспалительных цитоки-

нов [1,7,8]. Поэтому включение в комплексное лечение иммуномодуляторов вполне обосновано [9].

Латентная герпесвирусная инфекция является одним из факторов риска послеоперационных увеитов [10]. Инфекционные агенты несут на своей поверхности антигенные детерминанты, в результате воздействия которых возникают мимикрирующие эпитопы, обладающие перекрестной реактивностью с увеаретинальными антигенами, что в дальнейшем является одной из причин появления аутореактивных клонов Т-лимфоцитов [11]. Их активация приводит к развитию тяжелых форм кератоувеита [12].

Целью данной работы была оценка некоторых показателей гуморального и фагоцитарного звена иммунитета, а также экспрессии мРНК некоторых ключевых цитокинов у больных герпетическим кератоувеитом (ГК), осложненным вторичной инфекцией, для обоснования включения в комплексную терапию иммуномодулято-

Таблица 1. Показатели состояния Th1-цитокиневой системы у больных с торпидными формами ГК, осложненного вторичной инфекцией.

Пациент №№	Коэффициент ответа на цитокины по результатам экспрессии мРНК	
	INF гамма	IL-12
1.	5,7+2,0	4+1,2
2.	3,1+ 1.3	1,1+0,7
3.	1	1
4 (донор)	12,0+1,3	22,5+2,7

ров с целью снижения риска послеоперационных осложнений.

Материал и методы

Обследовано 18 человек в возрасте 22–74 лет с рецидивирующим ГК, осложненным язвами и эрозиями роговицы, вторичной глаукомой, абсцессом роговицы с перфорацией. Диагноз ГК был верифицирован методом ПЦР. При микробиологическом исследовании в посевах из глаз и носа у всех больных определялась смешанная инфекция — акантамебная, гемолитический стафилококк. Длительность заболевания составила от 2-х месяцев до 2-х лет. Некоторые пациенты до этого лечились с использованием противовирусных препаратов (ацикловир), кортикостероидов, метаболитов, иммуномодуляторов (тимоген, тималин) без клинического эффекта. В комплексную схему лечения больных в настоящем исследовании были включены парааминобензойная кислота в форме глазных капель 0,007% (актипол) и азоксимера бромид (полиоксидоний) 6 мг внутримышечно — 10 инъекций. В дальнейшем проводилось проспективное наблюдение для оценки длительности безрецидивного периода.

У всех больных в периферической венозной крови определяли содержание IgA, IgG, IgM методом радиальной иммунодиффузии по Манчини, ЦИК в реакции флоккуляции с ПЭГ 3% и 4%, а также исследовали показатели фагоцитарной и переваривающей активности нейтрофилов (латекс-тест и НСТ-тест) до лечения, в процессе лечения и после лечения. Все значения определяли по отношению к нормальным уровням. Исследование экспрессии цитокинов (INF гамма, IL-12) в цельной крови провели у 3 пациентов с использованием системы Real-Time PCR System 7000 (Applied Biosystems США). мРНК выделяли с помощью автоматизированного метода на приборе ABI Prism 6100 Nucleic Acid PrepStation ABI Prism 6100 Nucleic Acid PrepStation (фирма Applied Biosystems США). Перевод мРНК в кДНК осуществляли согласно инструкции фирмы производителя. Проведение ПЦР контролировали с помощью контрольной

положительной РНК. Кроме того, в качестве эндогенного контроля была использована РНК GAPDH человека («ген домашнего хозяйства»). Для сравнительного анализа в качестве калибратора применяли минимальные значения мРНК INF гамма, IL-12 у пациентов.

Результаты и обсуждение

Установлено, что несмотря на активность воспалительного процесса только у 5 больных (30%) уровень IgM превышал референсные интервалы. У половины пациентов отмечалось незначительное снижение уровня Ig G. Повышение поглотительной способности нейтрофилов (латекс-тест) отмечено у 3 больных (16,6%), а переваривающей способности (НСТ-тест) — у 6 (33,3%). У 2 больных (11%) у всех больных выявлены изменения в содержании ЦИК, но они носили разнонаправленный характер: у 4 больных (22%) были повышены мелкомолекулярные ЦИК, у 11 больных (66%) — крупномолекулярные ЦИК, у 8 больных (44%) были снижены мелкомолекулярные ЦИК, а у 5 больных — крупномолекулярные ЦИК. Изменения в содержании иммуноглобулинов и показателей фагоцитоза с уровнем ЦИК не коррелировали.

После включения в схему лечения актипола и полиоксидония усиление переваривающей способности нейтрофилов зарегистрировано у 2/3 пациентов. Показатели латекс-теста стали нормальными у всех больных. У половины были повышены уровни IgG и/или Ig M. У половины больных с исходно измененным уровнем ЦИК показатели нормализовались. Положительная клиническая динамика отмечалась у всех пациентов. Даже в случае проведения последующей кератопластики, вновь пересаженная роговица приживалась без осложнений. При дальнейшем наблюдении в течение 2 лет оказалось, что лишь у 1 пациента (5,5%) возник рецидив ГК.

Нельзя исключить, что повышенное содержание ЦИК при снижении переваривающей способности нейтрофилов и недостаточном увеличении содержания

Ig на подъеме воспалительной реакции, может быть обусловлено аутоиммунной реакцией (активацией аутореактивных клонов Т-лимфоцитов), связанной с повреждением тканей глаза в результате персистенции вируса.

Еще одной из причин активации аутореактивных клонов Т-лимфоцитов с развитием в дальнейшем цитотоксического эффекта в отношении тканей сетчатки и увеа может стать дисбаланс или дефекты цитокиновой сети. Интерфероны ингибируют клеточный рост и контролируют апоптоз — основной путь подавления инфекции, развития аутоиммунных заболеваний. INF гамма, усиливает экспрессию молекул МНС I класса и индуцирует развитие CD8 Т — клеточного ответа, а также регулирует экспрессию МНС II класса, являясь главным активатором макрофагов, регулирует переключение тяжелых цепей Ig в В-клетках, влияет на дифференцировку Th1 через IL-12 [8].

В связи с этим в качестве пилотного исследования проведена оценка уровня экспрессии мРНК INF гамма, IL-12 у 3 больных с торпидной формой ГК, осложненного вторичной инфекцией, которым требуется оперативное лечение. Результаты определений оценивались в виде соотношения количества копий мРНК исследуе-

мого фактора и количества копий мРНК GAPDH человека. Результаты представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы, при торпидных формах ГК, осложненного вторичной инфекцией, отмечается снижение экспрессии мРНК INF гамма и IL-12 в сравнении с донором. Таким больным для снижения послеоперационных осложнений до и после проведения операции показан курс заместительной терапии цитокинами.

Заключение

Течение и исход ГК, осложненного вторичной инфекцией, в значительной мере определяется состоянием гуморального и фагоцитарного звена иммунитета. Назначение иммуномодулирующей терапии является патогенетически обоснованным, подтверждается клиническим улучшением, в том числе удлинением безрецидивного периода. Важную роль, определяющую течение патологического процесса, имеет цитокиновый ответ, в частности, продукция INF-гамма и IL-12. Исследование показателей экспрессии мРНК как совместно с другими иммунологическими тестами, так и как самостоятельный вид лабораторной диагностики дают важную информацию для оценки тяжести течения ГК и определения тактики ведения больного.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенова С.В., Малкина М.В., Седойкина А.В. Исходы герпетических кератитов в зависимости от иммунного статуса пациентов // Вестник Мордовского университета. 2016. Т. 26. № 2. С. 160–167.
2. Arshad S., Petsoglou C., Lee T. et al. 20 years since the herpetic eye disease study: lessons, developments and applications to clinical practice // Clin. Exp. Optom. 2021. Vol.104. No3. P. 396–405.
3. Манзенюк О.Ю., Москалец О.В. ЦМВ инфекция у детей с различной инфекционно-воспалительной патологией // Мед. иммунология. 2003. № 3–4. С. 305.
4. Пронина Н.П. Инфекционно-воспалительные процессы, приводящие к поражению органов зрения: принципы диагностики и лечения // Справочник врача общей практики. 2020. № 7. С. 11–17.
5. Зайнутдинов Г.Х. Современные подходы к лечению и профилактике рецидивов офтальмогерпеса // Офтальмология. 2019. Т.16. № 51. С. 12–20.
6. Клещева Е.А., Кочергин С.А., Сонимский Ю.Б. Особенности диагностики и комплексный подход к терапии герпетических кератитов // Офтальмология. 2019. Т.16. № 2. С. 252–258.
7. Зайнутдинов Г.Х. Клиническое значение цитокин-гуморальных взаимодействий при офтальмогерпесе // Точка зрения. Восток-Запад. 2019. № 3. С. 11–13.
8. Guedes M.E., Martins C.G., Arroz M.J. et al. Cytokine profiles in the peripheral blood and aqueous humor of patients with herpetic uveitis // J. Ophthalmic Inflamm. Infect. 2020. Vol.10. No1. P. 37.
9. Йулдошева М.Н. Полиоксидоний в коррекции нарушений иммунитета у больных с герпетическим кератитом // Врач-аспирант. 2011. Т.48. № 5.1. С. 190–194.
10. Ковалькова Д.А., Ченцова О.Б., Москалец О.В., Русанова Е.В. Иммуно-биологические аспекты экссудативных иридоциклитов и эндофтальмитов при артифакции // РМЖ. Клиническая офтальмология. 2008. Т.9. № 1. С. 13–14.
11. Москалец О.В. Роль инфекций в развитии аутоиммунных заболеваний. Казанский медицинский журнал. 2017. Т.98. № 4. С. 586–591.
12. Плеханов А.Н., Фомина А.С., Сверкунова О.Л., Иванова Ю.В. Аутоиммунные увеиты. Обзор // Офтальмология. 2019. Т.16. № 1. С. 5–11.

DOI 10.37882/2223-2966.2022.08.29

АНАЛИЗ ОТДАЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СТЕНОЗА ПИЛОРИЧЕСКОГО КАНАЛА ЯЗВЕННОЙ ЭТИОЛОГИИ

ANALYSIS OF LONG-TERM RESULTS OF SURGICAL TREATMENT OF PYLORIC CANAL STENOSIS OF ULCERATIVE ETIOLOGY

**E. Perisaeva
A. Kultchiev**

Summary. Analysis of long-term results of resection and organ-preserving operations in gastric ulcer and duodenal ulcer complicated by pyloroduodenal stenosis. A comparative assessment of the methods of surgical treatment of decompensated cicatricial ulcerative duodenal stenosis, as well as the frequency and nature of postoperative complications and long-term pathological syndromes was carried out.

Keywords: pyloroduodenal stenosis, duodenal ulcer, surgical treatment.

Перисаева Элина Акимовна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская
государственная медицинская академия»

(г. Владикавказ)

perisaeva.elinka@yandex.ru

Кульчиев Ахсарбек Азубеевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская
государственная медицинская академия»

(г. Владикавказ)

kulchiev.ahsarbek@yandex.ru

Аннотация. Анализ отдаленных результатов резекционных и органосохраняющих операций при язвенной болезни желудка и ДПК, осложненной пилорoduodenальным стенозом. Проведена сравнительная оценка способов хирургического лечения декомпенсированного рубцово-язвенного стеноза (ДРЯС) ДПК, а также частота и характер послеоперационных осложнений и отдаленных патологических синдромов.

Ключевые слова: пилорoduodenальный стеноз, язвенная болезнь ДПК, хирургическое лечение.

Актуальность проблемы

Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки является одной из самых распространенных заболеваний желудочно-кишечного тракта среди взрослого населения и нередко ведет к развитию угрожающих жизни осложнений. Одним из таких осложнений является стенозирование выходного отдела желудка и ДПК, который по сводным данным ряда авторов наблюдается в 45–60% случаев [2,8,10]. Подавляющее большинство этих пациентов нуждается в хирургическом лечении. Поэтому проблема хирургической тактики при различных стадиях стеноза приобретают особую актуальность. К сожалению, вопрос о выборе метода и тактики хирургического лечения не решен до сих пор и остается предметом широкой дискуссии [1,2,3,5,6,7,8,11,12]. Все имеющиеся методы подразделяются на 2 группы: резекционные и органосохраняющие методики. Резекция желудка, которая сопровождается относительно высокими цифрами летальности (2–5%), значительным числом ранних послеоперационных осложнений (12–35%) и развитием различных постгастрорезекционных синдромов (25–60%) в отдаленном периоде, а также повышенным риском возникновения рака культи желудка (4–6%), по-прежнему занимает лидирующие позиции в хирургическом лечении язвенной болезни в целом и в особенности ДРЯС ДПК. [4,5].

В течение последних 15–20 лет в лечении осложненных форм ЯБДПК, в том числе и ДРЯС, стали применяться органосохраняющие операции, преимуществами которых являются меньшая травматичность, минимальная летальность, низкая частота развития ранних послеоперационных осложнений и патологических синдромов в отдаленном периоде [2,4,5,9].

Цель исследования

Обоснование выбора хирургической тактики и сравнительная оценка методов хирургического лечения ДРЯС ДПК у данной категории пациентов.

Материалы и методы

Для проведения анализа использован обширный опыт хирургического лечения стенозов (резекций желудка более 1000 операций, различные варианты и органосохраняющих операций с ваготомией- 860) ДПК язвенного генеза дает нам основание отдавать предпочтение дренирующим желудок операциям с СПВ. Кроме того, при наличии ограниченного ряда показаний, у отдельной категории больных, считаем патогенетически обоснованным антрумэктомию со стволовой ваготомией и гастроэнтероанастомоз по Ру — Агеенко. При язвенной болезни желудка и ДПК одним из основ-

ных патогенетических условий операции считается сохранение пассажа по ДПК. Однако, в исключительных случаях (сочетание язвенной болезни с выраженными формами функциональной ХДН), вынуждены выключать из пассажа ДПК.

На первом этапе, до 1985 г., по поводу различных форм язвенного стеноза ДПК оперировано 86 больных — I группа.

На втором этапе, с 1986 по 2018 г. с диагнозом хроническая язвенная болезнь, осложненная стенозом выполнено 126 операций — II группа.

У второй группы больных количество резекционных вмешательств резко сократилось — до 6. Абсолютное большинство операций составило органосохраняющие с СПВ — 120 (95,2%) из 126 больных в этой группе больных нами выявлено всего 6 резекций желудка, в объеме — антрумэктомию со стволовой ваготомией. Это те случаи, когда нельзя было сохранить пассаж по ДПК — функциональная дуоденальная непроходимость субкомпенсированной и декомпенсированной стадии.

Из дренирующих желудок операций предпочтение отдаем гастродуоденостомии по Финнею, с учетом имеющейся возможности иссечения краев язвы и рубцовой ткани в пределах здоровых тканей, при поражении передней и боковых стенок ДПК, а также ревизии задней стенки ДПК.

Следует отметить, что процент общих послеоперационных осложнений в группе с органосохраняющими операциями, в два раза меньше по сравнению с резекционными, что подтверждает патогенетическую обоснованность объема выполненных операций.

Такие грозные осложнения, как несостоятельность культи ДПК, анастомоза и послеоперационный панкреатит чаще наблюдали в I группе, после резекции желудка. В этой группе имели место два случая несостоятельности культи ДПК и один — несостоятельность анастомоза после Бильрот-I с одним летальным исходом. Еще один больной погиб от послеоперационного панкреатита, развившегося вследствие попытки закрытия трудной культи с пенетрирующей язвой в головку поджелудочной железы. В I группе имелось 2 (2,3%) летальных случая.

Во II группе подобных тяжелых послеоперационных осложнений не было. Наиболее частым послеоперационным осложнением в этой группе было нагноение раны, что никак нельзя объяснить с характером объема операции. Характерные для II группы опера-

ции осложнения — гастростаз и диарея имели место в единичных случаях и легко купировались медикаментозно.

В I группе больных выбор объема операции не зависел от степени стеноза. В этой группе больных выбор метода резекции в большей степени зависел от надежности культи ДПК и гастродуоденоанастомоза. При оптимальной ситуации пытались выполнить резекцию по Бильрот -I в 12 (14%) случаях. При закрытии «трудной» культи ДПК — гастроэнтероанастомоз по Ру — 21 (24,4%) больной. У абсолютного большинства выполнена резекция по Гофмейстеру — Финстереру — 53 (61,6%) пациента.

Во II группе больных степень выраженности стеноза влияла на выбор метода дренирующей желудок операции. При IV степени стеноза, при резком угнетении перистальтических возможностей стенки желудка, оптимальным считаем широкое соустье между желудком и ДПК по Финнею. Эту методику считаем оптимальной и при сочетании стеноза с пенетрацией язвы в головку поджелудочной железы. При II и III степени стеноза, когда можно сохранить пилорический жом, предпочтение отдавали дуоденопластике с обязательной СПВ. Некоторые ведущие хирурги выполняют дуоденопластику без СПВ. Мы считаем обязательным СПВ в плановой хирургии, при всех органосохраняющих операциях язвенной болезни ДПК.

В этой группе (II) было выполнено 6 антрумэктомий с стволовой ваготомией по «вынужденным» показаниям — ХДН III — IV ст.

Таким образом, у абсолютного большинства больных во II группе выполнена операция Финнея с СПВ (72,3%). Пилоропластика по Гейнеке — Микуличу выполнена у 8 (6,3%) больных при II степени стеноза.

В табл. 1 (I группе) отражены функциональные и органические изменения выявленных в отдаленном периоде после резекционных операций. Как видно из данной таблицы, абсолютное большинство (67,2%) пациентов, после различных, резекционных желудок операций, имеют различные патологические состояния. Из них — у 7,8% рецидив язвенной болезни. Из резекционных желудок методов операций наихудшие результаты получены после операции Гофмейстера — Финстерера. У 97,5% пациентов отмечены разные патологические состояния.

В таблице 1 особо следует обратить внимание на тот факт, что после резекции желудка, по Гофмейстеру — Финстереру в отдаленном периоде нет пациентов, которые чувствуют себя абсолютно здоровыми.

Таблица 1. (I – группа). Отдаленные результаты

Патологическое состояние	Результат операции			Всего (64)
	Г.— Ф. (41)	по Ру (14)	Б — I (9)	
Рецидив язвы	4 (9,7)	1	-	5 (78%)
Демпинг синдром	7 (17%)	-	-	7 (17%)
Синдром приводящей петли	2	-	-	2
Желудочный дискомфорт	12 (30%)	2	-	14 (22%)
Вегетоастенический синдром	10 (24%)	-	1	11 (17%)
Железодефицитная анемия	3 (7,3%)	-	1	4 (9,4%)
Итого	38 (97,5%)	3 (21,4%)	2 (22,2%)	43 (67,2%)

Таблица 2. (II – группа). Отдаленные результаты

Патологическое состояние	Операция				Всего (83)
	Финнея, с СПВ — 51	Гейнеке Микуличу, СПВ — 6	Дуоденопластика, СПВ — 21	Антрум эктомия, СТВ, Ру. — 6	
Рецидив язвы	2	-	-	-	2(2,4)
Демпинг синдром легкой степени	1	1	-	-	2
Диарея	1	-	-	-	1
Желудочный дискомфорт	4	1	1	1	7 (8,3%)
Рубцовый стеноз анастомоза	-	-	1	-	1
Вегетоастенический синдром	4	-	-	1	5
Итого	12 (23,5%)	2	2	2	18 (21,6%)

Во II группе больных (табл. 2) отдаленные результаты более благоприятны по сравнению с I группой. Как видно из таблицы № 2, разные патологические состояния после органосохраняющих желудок операций с СПВ, выявлено у 21,6%. По сравнению с I группой — в 3 раза меньше. Из них рецидив язвы в 2,4%. Наиболее частым патологическим состоянием в этой группе является желудочный дискомфорт у 8,3%.

Таким образом, наглядно видно, что у абсолютного большинства больных 78,4% после органосохраняющих желудок операций с СПВ в отдаленном периоде не выявлено патологическое состояние. У 2,4% имеется рецидив язвенной болезни.

Сегодня результаты любых хирургических операций оцениваются по отдаленным результатам, основываясь на качестве жизни пациента. С этих позиций нами изучены полученные отдаленные результаты выполненных операций в разных группах больных.

Оценка качества жизни больных в отдаленном периоде

Полученные отдаленные результаты любых операций с позиции доказательной медицины, должны отра-

жать качество жизни пациента. С этих позиций нами изучены отдаленные результаты по классификации Visick, опросник и DDQ — 15 в отдаленном периоде, в сроки от 3 до 30 лет.

После резекционных операций (I – группа) в отдаленные сроки качество жизни определено у 64 пациентов и у 83 во II группе.

Мы провели анкетирование всех 147 больных, перенесших операции на желудке, по обоим опросникам и классификации Visick.

Согласно проведенным расчетам, среднее значение индекса DDQ — 15 для здоровых лиц составляет — 4,13, ИКЖФХК — 124,1±5,4 балла, а в группах с «отличными» и «хорошими» результатами операции следует относить с величиной индекса DDQ — 15 более — 3,41, ИКЖФХК — более 100 баллов.

В этой группе пациентов лишь у 27,3% пациентов отдаленные показатели качества жизни можно признать приемлемыми, в то время как у абсолютного большинства (72,7%) качество жизни нельзя признать хорошим. И лишь у 2 (3,1%) пациентов оно признано отличным.

Таблица 3. Отдаленные результаты резекционных и органосохраняющих операций в сочетании с ваготомией.

Результат	I — группа (резекция желудка)		II — группа (органосохраняющая операция + ваготомия)	
	Абс.	%	Абс.	%
Отличный			60	72,8
Хороший	17	26,2	11	12,0
Удовлетворительный	33	52,0	9	11,6
Плохой	14	21,9	3	3,6
Итого	64	100	83	100

Качество жизни по DDQ — 15 у больных, перенесших резекции желудка близка по показателям качества ИКЖФХК — хорошее и отличное качество жизни выявлено у 32,5% пациентов. У большинства пациентов зафиксировано удовлетворительное качество жизни (42,1%) Следует отметить что у абсолютного большинства (67,5%) пациентов качество жизни по DDQ — 15 нельзя признать приемлемым.

Отличные и хорошие показатели качества по ИКЖФХК получено у 74,7% пациентов в отдаленные сроки после ваготомии с органосохраняющим и органосохраняющим операциями на желудке. Удовлетворительные результаты получения у 19,2% пациентов. И у 6,1% результаты признаны плохими.

У большинства пациентов 46,2% получены хорошие результаты качества жизни, отличные у 28,8%, удовлетворительные у 21,4% и лишь у 3,6% плохие. Для большей объективности полученных отдаленных результатов выполненных операций на желудке, нами они оценены и по классификации Visick (1948) — таблица № 3

Секреторная функция желудка в отдаленном периоде, после резекционных операций

При изучении отдаленных результатов операций на желудке необходимо оценить прежде всего его секреторную функцию.

В I группе больных (после резекционных желудок операций) в отдаленном периоде секреторная функция желудка изучена у 32 больных, следует отметить, что после резекции желудка, особенно после операции Гофмейстера — Финстерера получить достоверные показатели секреции желудка сложно.

Во II группе больных (с органосохраняющими операциями с ваготомией) секреторная функция изучена у 40 пациентов.

Результаты и их обсуждение

Непосредственные результаты резекционных методов хирургического лечения стенозирующих язв ДПК сопровождались более частыми осложнениями и наименее лучшими результатами по сравнению с органосохраняющими операциями с ваготомией.

Летальность после резекционных желудок операций составила 2,3%, после органосохраняющих с ваготомией летальных случаев не было.

Общее число послеоперационных осложнений (53,3%) наблюдалось чаще в группе больных, перенесших резекцию желудка по сравнению с органосохраняющими операциями (23,1%). После резекции желудка по Гофмейстеру — Финстеренру и по Бильрот — I наблюдали несостоятельность швов с одним летальным исходом. В этой же группе больных у 5 развилась картина послеоперационного панкреатита, у 4-х средней степени тяжести, купированная медикаментозной терапией, у одного развился инфицированный панкреонекроз с летальным исходом.

Одним из характерных для операций на желудке послеоперационных осложнений является гастростаз. В группе с органосохраняющими операциями и ваготомией гастростаз развился у 4,8%, после резекционных операций — у 10,4%.

Из дренирующих желудок операций предпочтение отдавалось гастродуоденостомии по Финнею.

Отдаленные результаты изучены в сроки от 3 до 30 лет после операций

В I группе из 84 выписанных после резекций желудка в отдаленные сроки удалось обследовать 64 больных. Из них у 43 (67,2%) выявлены различные патологические состояния (таб.1) Рецидив язвы — 5 (7,8%), демпинг синдром средней степени — 7 (10,9%), желу-

дочный дискомфорт — 14(22,6%) вегетоастенический синдром — 11 (17%) и железодефицитная анемия — 4 (9,4%). В этой группе только у 21 (31,3%) пациентов не выявлено патологических состояний.

В II группе пациентов, перенесших органосохраняющие и органощадящие операции с ваготомией, обследовано 83 пациента. У 18 (21,6%) из них (табл. 2) выявлены различные патологические состояния. Рецидив язвы — 2 (2,4%), демпинг синдром — 2 (2,4%). Наиболее частым симптомом в этой группе был желудочный дискомфорт — 7 (8,3%). В этой группе имели одно серьезное осложнение в отдаленном периоде. У одной больной через 2 года после дуоденопластики, СПВ развился стеноз II — III степени анастомоза. При этом у нее не было рецидива язвы. Рубцевание анастомоза шло без язвенного процесса, вследствие технических погрешностей выполнения дуоденопластики. Этой больной выполнен гастродуоденоанастомоз по Финнею с хорошими отдаленными результатами в течение 12 лет.

Сравнение отдаленных результатов после операции Финнея (51) и дуоденопластики (21), по клиническим и рентген — эндоскопическим критериям, преимущество какой-либо методики выявлено не было. Единственное, что отмечено, в первые 2–3 года после операции заброс содержимого из ДПК в желудок чаще отмечается после операции по Финнею. Через 3 года разница по результатам этих методик практически нивелируется.

Качество жизни после резекционных операций показано на таблице 3, у абсолютного большинства пациентов оно признано удовлетворительным и плохим (73%).

В группе больных с органосохраняющими вмешательствами с СПВ качество жизни в отдаленном периоде у 72,8% признано высоким и у 21,4 удовлетворительным-11,6% и плохим у 3,6%.

Полученные показатели кислотопродуктивной функции желудка в отдаленном периоде выявили, что у больных с отличными и хорошими отдаленными результатами было нормацидное состояние желудочной секреции, не зависимо от объема операции на желудке.

У больных с удовлетворительными результатами операции отмечено резкое угнетение секреторной функции желудка

И у больных с плохими результатами операции (рецидив язвы) выявлено повышение, как в базальной фазе, так и в стимулированной фазе секреции.

Таким образом, у больных, перенесших различные операции на желудке по поводу язвенной болезни, результаты операции в отдаленном периоде коррелируются с показателями желудочной фазы секреции. У больных с хорошими отдаленными результатами выявлено — нормацидное состояние желудочной секреции. При плохих результатах, с рецидивами язвы, у всех выявлена гиперсекреция желудочного сока.

При этом, лучшие отдаленные результаты получены после органосохраняющих операциях с СПВ.

Выводы: Резекционные методы лечения ДРЯС ДПК сопровождаются большим числом ранних послеоперационных осложнений, отдаленных патологических синдромов, более высоким процентом летальных исходов по сравнению с органосохраняющими, поэтому, у этой категории больных, в функциональном плане эти вмешательства патогенетически менее выгодны и должны выполняться по строгим и индивидуальным показаниям.

Из дренирующих желудок операций при стенозе пилородуоденального канала наиболее предпочтительной является операция Финнея с СПВ.

При постбульбарном стенозе ДПК патогенетически наиболее обоснована дуоденопластика по В.И. Оноприеву с СПВ.

Таким образом, на основании представленного выше материала можно предложить, что при стенозирующей язве пилородуоденального канала органосохраняющие операции с СПВ дают в абсолютном большинстве случаев хорошие непосредственные и отдаленные результаты.

Систематический обзор на основе принципов доказательной медицины, проведенный Бебуришвили А.Г. и соавт. показывает, что рандомизированные клинические исследования (РКИ), имеют определенные изъяны, не позволяющие окончательно регламентировать подходы по лечению пилородуоденального стеноза язвенной этиологии [2]. В рамках доказательной медицины выводы и практические рекомендации по лечению язвенного пилородуоденального стеноза могут быть сформулированы по результатам отдельных РКИ и заключаются в следующем: при выборе способа оперативного лечения необходимо дифференцировать расположение язвенного дефекта, поскольку наиболее часто осложняются стенозированием язвы пилорического канала и препилорические язвы (уровень доказательности 1); чем ниже располагается язвенный дефект, тем более эффективными являются селективные варианты ваготомии; при пилорической и препилорической язве

рецидив после стволовой ваготомии наблюдается реже (уровень доказательности 1); селективные способы ваготомии без дренирующих вмешательств возможны только при «функциональном» стенозе, на фоне обострения язвенной болезни (уровень доказательности 1); при «органическом» стенозе селективные варианты ваготомии возможны (вероятность возникновения постваготомической диареи снижается), но менее целесообразны, так как приходится дренировать желудок (уровень доказательности 1); дренировать желудок после ваготомии возможно как путем пилоропластики, так и с помощью

гастроэнтеростомии (уровень доказательности 1); при пилородуоденальном язвенном стенозе пилоропластику лучше делать по Финнею, а не по Гейнике-Микуличу (уровень доказательности 1); ваготомия (стволовая или селективные способы), сочетанная с антрумэктомией, дает меньшую частоту рецидива язвенной болезни, чем ваготомия, дополненная пилоропластикой (уровень доказательности 1); при восстановлении целостности желудочно-кишечного тракта после антрумэктомии предпочтительнее отдавать методике Ру или Бильрот I (уровень доказательности 1)[2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакимян В.А. Язвенная болезнь (вопросы патогенеза) // Кубанский научный медицинский вестник. 2007. - № 4-5. С. 12-17.
2. Бебуришвили А.Г., Федоров А.В., Сажин В.П., Панин С.И., д.м.н., проф. Зюбина.- Хирургическое лечение язвенного пилородуоденального стеноза // Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова 2019, № 4, с. 94-99
3. Бойко В.В., Ткач С.В., Грома В.Г., Шевченко А.Н., Лыхман В.Н., Багиров Н.В. — Оптимизация хирургического лечения пилородуоденальных стенозов язвенной этиологии // Вестник хирургии Казахстана 2013. - № 2. С. 32-37
4. Горбунов В.Н. Осложненные гигантские пилородуоденальные язвы: клиническая картина, диагностика, хирургическое лечение. Горбунов В.Н., Нагиев Э.Ш., Столярчук Е.В. // Вестник хирургической гастроэнтерологии. — 2009. — № 3 — С. 63-69.
5. Дурлештер В.М., Дидигов М.Т. — Анализ результатов и сравнительная оценка лечения декомпенсированного рубцово-язвенного стеноза двенадцатиперстной кишки.
6. Кузин Н.М. Селективная проксимальная ваготомия с дуоденопластикой в лечении дуоденальных стенозов у больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки. Кузин Н.М., Алимов А.Н. // Хирургия. — 1997. — № 4. — С. 38-43.
7. Кузин Н.М. Эффективность хирургического лечения дуоденальной язвы. Кузин Н.М., Крылов Н.Н. // Хирургия. — 1999. — № 1. — С. 17-20.
8. Кульчиев А.А., Морозов А.А., Тедеев С.У., Галачиев С.М., Дзбоев Д.М. Хирургическое лечение рубцово-язвенного стеноза пилородуоденального канала // Вестник хирургической гастроэнтерологии. 2015. № 3-4. С. 62-70.
9. Лобанков В.М. Хирургия язвенной болезни на рубеже XXI века. // Хирургия. — 2005. — № 1. — С. 58-64.
10. Окоемов М.Н. Сравнительная характеристика эффективности операций при язвенном пилородуоденальном стенозе. Окоемов М.Н., Кузин Н.М., Крылов Н.Н. // Хирургия. — 2002. — № 5. — С. 26-29.
11. Оноприев В.И. Дуоденопластика — новый тип дренирующей операции при селективной проксимальной ваготомии у больных со стенозирующими язвами двенадцатиперстной кишки. Оноприев В.И., Замулин Ю.Г., Сиюхов Ш.Т. // Всероссийская научная практическая конференция хирургов. Тезисы докл. Саратов 1980. — С. 239-240
12. Yamaguchi T., Ichikawa D., Kurioka H. et al. Postoperative clinical evaluation following pylorus-preserving gastrectomy // Hepatogastroenterology. — 2004. — Vol. 51, № 57. P. 883-886.

АНАЛИЗ ИСПЫТАНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРОТЕЗОВ СОСУДОВ ПО ПАТЕНТУ НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ № 183859

ANALYSIS OF STRENGTH TESTING OF VASCULAR PROSTHESES UNDER UTILITY MODEL PATENT NO. 183859

**V. Plechev
D. Plecheva
R. Yusupov
Yu. Pervushin
R. Alimbekov
A. Gilimkhanov
T. Yagudin**

Summary. The issue of the quality of vascular prosthetics using venous grafts is extremely relevant for vascular surgery, especially in severe clinical situations when the vessel diameter exceeds 25 mm and the need to create a cone-shaped prosthesis.

In our work, we evaluated the mechanical strength of vascular prostheses (made by the Yusupov R. Kh. method) under pressure that was created inside the vessel.

The vessel prosthesis, made according to the utility model patent No. 183859, during testing demonstrates high tensile strength characteristics due to intravascular pressure and plasticity.

Keywords: prosthesis, vessel, venous graft, aorta, patent.

Плечев Владимир Вячеславович
Профессор, Башкирский государственный
медицинский университет

Плечева Дина Владимировна
Профессор, Башкирский государственный
медицинский университет

Юсупов Ринат Хабибович
Аспирант, Башкирский государственный
медицинский университет
yusupov_80@mail.ru

Первушин Юрий Сергеевич
Д.т.н., профессор, Уфимский авиационный
технический университет

Алимбеков Роберт Ибрагимович
К.т.н., доцент, Уфимский авиационный технический
университет

Гилимханов Альберт Радикович
Аспирант, Башкирский государственный
медицинский университет

Ягудин Тимур Альбертович
К.м.н., доцент, Башкирский Государственный
Медицинский Университет

Аннотация. Вопрос качества протезирования сосудов с помощью венозных графтов крайне актуален для сосудистой хирургии, особенно в тяжелых клинических ситуациях при превышении диаметра сосуда более 25 мм и необходимости создания конусовидного протеза.

В нашей работе мы оценивали механическую прочность протезов сосудов (изготовленных по методу Юсупова Р.Х.) под давлением, которое было создано внутри сосуда.

Протез сосуда, выполненный по патенту на полезную модель № 183859, в процессе испытаний демонстрирует высокие прочностные характеристики на разрыв от внутрисосудистого давления и пластичности.

Ключевые слова: протез, сосуд, венозный графт, аорта, патент.

Введение

Развитие аневризм и стенозов сосудистой стенки сопровождается рядом заболеваний сердечно-сосудистой системы и является одним из факторов, приводящих к развитию жизнеугрожающих осложнений [1,2].

В сосудистой хирургии выполнение протезирования и обходного шунтирования сосудов с исполь-

зованием венозных графтов позволяет восстановить нормальную скорость тока крови по сосудам, предотвращая развитие осложнений, и повысить качество жизни пациента [3,4].

Разработанной и используемой в хирургической практике является техника спиральных венозных графтов, суть которой заключается в возможном формировании сосудистого протеза или шунта с использованием собственных тканей пациента [5].

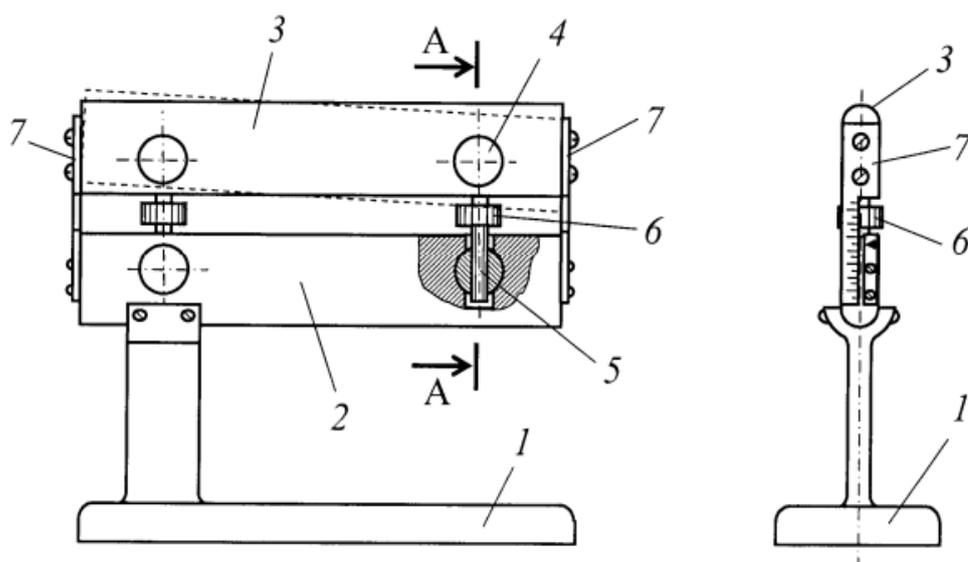


Рис. 1. Схема разработанного устройства для формирования венозных графтов.

Примечание:

- 1 — корпус, 2 — нижняя пластина матрицы; 3 — верхняя пластина матрицы; 4 — резьбовая втулка; 5 — винтовая стойка с правой и левой резьбой; 6 — рифленый регулировочный ролик; 7 — шкала указания диаметра формируемого графта.

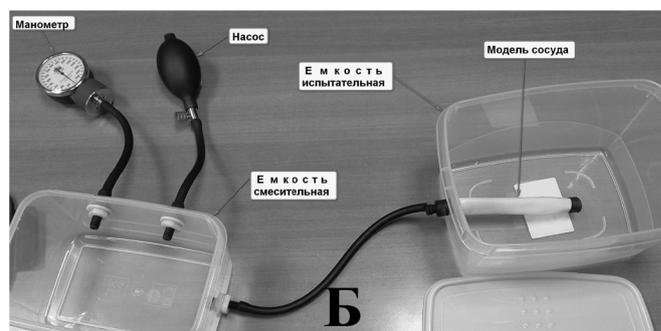
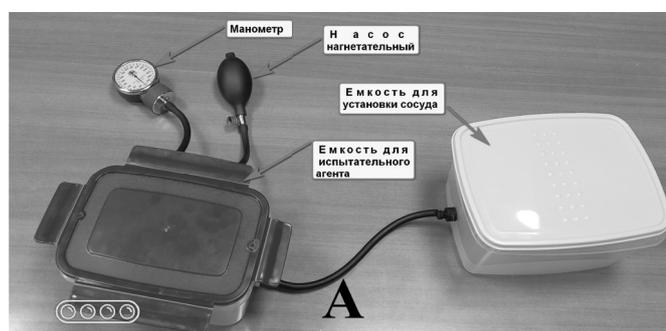


Рис. 2. Наглядное изображение устройства для испытания искусственных кровеносных сосудов.

Рядом авторов предложены матрицы для спиральных венозных графтов. Среди них: двухпросветная венозная канюля для аппарата искусственного кровообращения (диаметр от 8 до 17 мм), торакальная дренажная трубка (наружный диаметр от 6,7 до 11,3 мм), расширители, дилататоры (диаметр от 1,5 до 15 мм) [6,7]. Однако, их использование не всегда возможно в клинической практике, особенно в сложных случаях, когда диаметр сосуда превышает 25 мм; а также в случаях, когда необходимо применение конусовидного протеза для более точного сопоставления протезируемого сосуда с протезом [7].

Нами было разработано и предложено к применению устройство для формирования венозных графтов,

содержащее корпус с закрепленной на нем матрицей для формирования как цилиндрических, так и конусовидных спиральных венозных графтов диаметром от 15 до 25 мм, отличающееся тем, что матрица содержит две пластины с закругленными ребрами, установленными в одной плоскости и соединенными винтовыми стойками, содержащими участки с правой и левой резьбой, а торцы пластин снабжены указателями со шкалой диаметров формируемых графтов [8].

В данном исследовании мы ставили задачу исследования механической прочности протезов сосудов (изготовленных по методике Юсупова Р.Х.) под давлением, создаваемым внутри канала сосуда.



Рис. 3. Созданный искусственный сосуд.

Цель работы

Исследование механической прочности протезов сосудов (изготовленных по методике Юсупова Р.Х.) под давлением, создаваемым внутри канала сосуда.

Материалы и методы

Исследование механической прочности протезов сосудов (изготовленных по методике Юсупова Р.Х.) под давлением, создаваемым внутри канала сосуда, проводилось в лаборатории Инженерного Центра УГАТУ (начальник ИЦ – доцент Алимбеков Р.И.) на лабораторной испытательной установке Юсупова Р.Х. прочности протезов сосудистой системы человека (Рисунок 2).

Перед установкой в устройство, в сосуд была вставлена резиновая эластичная трубка, внешний диаметр которой примерно в 2 раза превышал диаметр испытываемого сосуда. Резиновая эластичная трубка предназначена для предотвращения утечек испытательного агента (воздух, жидкость) в процессе нагнетания. Испытуемый образец сосуда надевался на штуцер с одной стороны, а с другой стороны в сосуд устанавливалась пробка с клапаном. Клапан в пробке предназначался для выпуска воздуха при испытании сосуда жидкостью.

С использованием пневматического насоса создавали давление внутри сосуда, результаты которого регистрировались с применением манометра, отградуи-

рованного в мм ртутного столба. Испытания на разрыв сосуда от внутреннего давления проводились через 3 мин, 1 час под максимальным давлением 300 мм рт. ст. согласно с ГОСТ Р ИСО 7198–2013 «Национальные стандарт Российской Федерации».

Испытательными агентами являлись различные жидкости, которые заливались в емкость. Уровень жидкости находится на 1/3 по высоте емкости. При испытаниях, из соединительных труб (шлангов) удалялся воздух через клапан в пробке. Нами осуществлялась регистрация данных манометра (давление в сосуде в мм рт. столба) и время выдержки.

Результаты исследования

Протез сосуда, выполненный по патенту на полезную модель № 183859 в процессе испытаний, показал высокие прочностные характеристики на разрыв от внутрисосудистого давления и пластичности. Испытания на прочность ткани искусственного сосуда от внутрисосудистого давления показало его прочность при давлении 300 мм.рт.ст.

Обсуждение результатов

Полученные результаты исследования позволяют использовать протезы сосудов (изготовленных по методике Юсупова Р.Х.) в практической сосудистой хирургии, особенно в сложных клинических случаях (при

диаметре сосуда более 25 мм; а также в тех ситуациях, когда необходимо использовать конусовидный протез для более точного сопоставления протезируемого сосуда с протезом).

Наиболее близким к нашему техническому решению, в соответствии с данными литературы, является инструмент для формирования спиральных венозных графтов, содержащий корпус, выполненный из биоинертной стали и включающий вмонтированную в корпус телескопическую систему трубок длиной по 210 мм с наружным диаметром от 14 до 25 мм и с шагом диаметров в 1 мм, причем каждая трубка выступает из трубки предыдущего — большего диаметра на 10 мм, выступающие концы трубок тарифицированы, а проксимальные концы трубок развальцованы на 0,1 мм, при этом корпус выполнен в виде трубки длиной 272 мм и внутренним диаметром 25 мм, снабженной рифленным утолщением на проксимальном конце, рифленным утолщением на дистальном конце и заглушкой с рифленой рабочей поверхностью, ввинченной в проксимальный конец [9].

Однако его значимым недостатком является сложность конструкции, содержащей множество телеско-

пических трубок, требующих высокоточной обработки, недостаточно широкие возможности по формированию графтов различных диаметров, включая конусовидные графты.

Разработанное нами устройство обладает простой конструкцией, позволяющей без затруднений осуществлять его сборку и разборку, что значительно упрощает и повышает качество стерилизации. Кроме того, его использование дает возможность формировать как цилиндрические, так и конусовидные спиральные венозные графты диаметром от 15 до 25 мм соответственно диаметру крупных сосудов (аорте, крупным магистральным артериям, верхней и нижней полой вене), и, как следствие, снижать риск развития стенозов, тромбозов и прочих интра- и послеоперационных осложнений для пациента.

Вывод

Протез сосуда, выполненный по патенту на полезную модель № 183859, в процессе испытаний демонстрирует высокие прочностные характеристики на разрыв от внутрисосудистого давления и пластичности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jenske J.M. Vermeulen, Maartje Meijer, Frederique B.G. de Vries, Michel M.P.J. Reijnen, Suzanne Holewijn, Dick H.J. Thijssen, A systematic review summarizing local vascular characteristics of the aneurysm wall to predict progression and rupture risk of abdominal aortic aneurysms, *Journal of Vascular Surgery*, 2022, ISSN0741–5214, <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.07.008>.
2. Gao, B.L., Hao, H., Hao, W. et al. Cerebral aneurysms at major arterial bifurcations are associated with the arterial branch forming a smaller angle with the parent artery. *Sci Rep* 12, 5106 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09000-7>
3. Rumbidzai Zizhou, Xin Wang, Shadi Houshyar. Review of Polymeric Biomimetic Small-Diameter Vascular Grafts to Tackle Intimal Hyperplasia. *ACS Omega* 2022, 7 (26), 22125–22148. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c01740>
4. Alina Kirillova, Taylor R. Yeazel, Darya Asheghali, Shannon R. Petersen, Sophia Dort, Ken Gall, Matthew L. Becker. Fabrication of Biomedical Scaffolds Using Biodegradable Polymers. *Chemical Reviews* 2021, 121 (18), 11238–11304. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.0c01200>
5. Chiu C.J., Terzis J., MacRae M.L. Replacement of superior vena cava with the spiral composite vein graft. A versatile technique. *Ann Thorac Surg*. 1974 Jun; 17(6):555–60.
6. Doty D.B., Baker W.H. Bypass of superior vena cava with spiral vein graft. *Ann Thorac Surg*. 1976 Nov; 22(5):490–3
7. Koga Y., Tomita M., Shibata K., Onitsuka T. An experience using spiral vein graft as arterial substitute. *Jpn J Surg* 1981; 11:305–9
8. Патент № RU183859 U1 Российская Федерация, МПК А61F 2/06 (2013.01). Устройство для формирования венозных графтов / Плечев В.В., Ишметов В.Ш., Юсупов Р.Х., Пирогова С.М. — № 2018109591: заявл. 19.03.2018: опубл.: 05.10.2018 Бюл. № 28.
9. Патент № RU2626595 C1 Российская Федерация, МПК А61F 2/06 (2013.01). Инструмент для формирования спиральных венозных графтов / Виноградов Р.А., Богдан А.П., Лашевич К.А., Пыхтеев В.С. — № 2016137628: заявл. 20.09.2016: опубл.: 28.07.2017 Бюл. № 22.

© Плечев Владимир Вячеславович, Плечева Дина Владимировна,

Юсупов Ринат Хабибович (yusupov_80@mail.ru), Первушин Юрий Сергеевич,

Алимбеков Роберт Ибрагимович, Гилимханов Альберт Радикович, Ягудин Тимур Альбертович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИАРИТМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ФИБРИЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ С ВЫСОКОЙ ЧАСТОТОЙ СОКРАЩЕНИЙ ЖЕЛУДОЧКОВ НА ДОГОСПИТАЛЬНОМ ЭТАПЕ

ANTIARRHYTHMIC THERAPY EFFECTIVENESS EVALUATION IN PATIENT WITH ATRIAL FIBRILLATION AND HIGH VENTRICULAR RATE BEFORE HOSPITALIZATION

**I. Polyakov
I. Trukhanova
D. Zinatullina
D. Alkova**

Summary. The aim of this work was to study the effectiveness of antiarrhythmic therapy in paroxysmal atrial fibrillation in patients with a high rate of ventricular contractions before hospitalization. Documentation retrospective content analysis was carried out in 398 patients with paroxysmal AF who were treated with a rhythm control strategy. The assessment of the functional status of the cardiovascular system before and after the treatment was carried out using blood pressure measurement, electrocardiography and pulse oximetry. It has been proven that with a heart rate of less than 142 beats the antiarrhythmic therapy was less effective. In patients with an initial heart rate of 160 beats and above, a significantly higher frequency AF paroxysms shift was revealed, in comparison with patients whose heart rate was less than the specified level.

Keywords: atrial fibrillation, high heart rate, rhythm control, antiarrhythmic therapy, adults.

Поляков Игорь Алексеевич

Ассистент, кафедра анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи ИПО ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
igo71807805@yandex.ru

Труханова Инна Георгиевна

Д.м.н.

Профессор, заведующая кафедрой, кафедра анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи ИПО ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
innasmp@yandex.ru

Зинатуллина Диляра Сабировна

К.м.н.

Доцент, доцент, кафедра анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи ИПО ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
dsadri@mail.ru

Алькова Диана Павловна

Студент

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Alkova.007@gmail.com

Аннотация. Целью данной работы стало изучение эффективности антиаритмической терапии при пароксизмальной форме фибрилляции предсердий у пациентов высокой частотой сокращений желудочков на догоспитальном этапе. Был проведен ретроспективный контент-анализ карт вызовов 398 пациентов с пароксизмальной формой ФП, которым применялась стратегия контроля ритма. Оценку функционального статуса сердечно-сосудистой системы и состояния коронарного русла до и после проведенного лечения проводили при помощи измерения артериального



Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенным нарушением ритма сердца и связана со значительной заболеваемостью и смертностью, в основном из-за повышенного риска инсульта и тромбоэмболии, сердечной недостаточности, деменции и снижения качества жизни [1].

На первом этапе большинство пациентов с ФП контактирует с системой здравоохранения посредством вызова скорой медицинской помощи [2]. Примерно 70% пациентов, госпитализированных по поводу ФП, поступают через отделения неотложной помощи [3].

Существует 5 типов ФП с учетом течения и длительности аритмии: впервые диагностированная, пароксизмальная, персистирующая, длительно персистирующая и постоянная [4].

После подтверждения у больного диагноза «фибрилляция предсердий» и ее формы перед врачом скорой помощи стоит задача выбора одной из двух стратегий: контроль ритма или контроль частоты сердечных сокращений (ЧСС), на что влияет множество факторов. На догоспитальном этапе важно учитывать соотношение безопасности и пользы восстановления ритма [5]. Для купирования симптомов ФП зачастую достаточно контроля ЧСС, под которым понимают попытки восстановить и поддерживать синусовый ритм с помощью электрической кардиоверсии, антиаритмических препаратов и катетерной аблации на фоне адекватного контроля ЧСС и антикоагулянтной терапии [6, 7].

Существует два варианта восстановления синусового ритма: электрическая кардиоверсия с коэффициентом конверсии до 90% при первом разряде и медикаментозная кардиоверсия с показателями успеха от 31% до 90% в зависимости от используемого препарата [6, 8].

Считают, что фармакологическая кардиоверсия более эффективна при недавно начавшемся пароксизме ФП. Выбор конкретного препарата зависит от формы

давления, электрокардиографии и пульсоксиметрии. Доказано, что при ЧСС менее 142 уд. в мин. проведенная терапия была мало эффективна. У больных с исходным уровнем ЧСС 160 уд. в мин. и выше выявлена достоверно большая частота купирования пароксизмов ФП, в сравнении с пациентами, у которых ЧСС была меньше указанного уровня.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, высокая ЧСС, контроль ритма, антиаритмическая терапия, взрослые.

ФП и тяжести сопутствующего заболевания сердца. Препараты класса IC (пропафенон, флекаинид) показаны пациентам без выраженной гипертрофии левого желудочка (ЛЖ), систолической дисфункции ЛЖ или ишемической болезни сердца, приводят к быстрому (3–5 ч.) и безопасному восстановлению синусового ритма у более 50% пациентов [9, 10].

Пропафенон является высокоэффективным препаратом, восстанавливая синусовый ритм в 40–91% случаев [1, 10]. Амиодарон, в основном показанный пациентам с сердечной недостаточностью и органической патологией сердца, имеет ограниченный и отсроченный эффект, но может замедлять ЧСС в течение 12 часов. После внутривенного введения препарата в дозе 2 мг/кг в течение 10–20 мин частота восстановления ритма составляла от 41 до 91%, что оптимально подходит для догоспитального этапа [11, 12].

У пациентов с обсуждаемой патологией описано понятие «эпизода ФП с высокой частотой сокращений желудочков сердца» (АНРЕ) [13, 14, 15]. В настоящее время нет единого мнения о том, какое определение АНРЕ является наиболее подходящим, как с точки зрения продолжительности, так и предсердной частоты эпизода. Определение, принятое в большинстве исследований в литературе и в рекомендациях Европейского общества кардиологов (ESC), предусматривает ограничение эпизода по времени 5–6 мин и предсердную частоту ≥ 175 уд. в мин. [14].

Однако в нашей стране в настоящее время отсутствует научно-обоснованный подход в преемственности между этапами оказания медицинской помощи при тяжелых пароксизмах фибрилляции предсердий, не определены четкие критерии оценки тяжести состояния и ранние предикторы ухудшения течения пароксизма у таких больных во время оказания догоспитальной медицинской помощи, что обуславливает актуальность настоящего исследования.

Цель

Целью данной работы стало изучение эффективности антиаритмической терапии при пароксизмальной

форме фибрилляции предсердий у пациентов высокой частотой сокращений желудочков на догоспитальном этапе.

Материалы и методы

Был проведен ретроспективный контент-анализ карт вызовов 398 пациентов с пароксизмальной формой ФП, которым применялась стратегия контроля ритма. Возраст пациентов варьировал от 34 до 96 лет (средний показатель составлял $67,5 \pm 10,6$ лет). Оценку функционального статуса сердечно-сосудистой системы и состояния коронарного русла до и после проведенного лечения проводили при помощи измерения артериального давления, электрокардиографии и пульсоксиметрии. Стандартную электрокардиографию выполняли в 12 общепринятых отведениях (стандартных, усиленных от конечностей и грудных V1-V6) на электрокардиографе ЭК12Т-01 («НПП «Монитор», Россия) по стандартной методике. Пульсоксиметрию проводили при помощи портативного транспортного пульсоксиметра «Окситест-1» (Россия).

В настоящем исследовании электрическую кардиоверсию проводили только крайне тяжелым пациентам (5,7%), все из которых имели высокую ЧСС, гипотонию и были рефрактерны к фармакологической терапии. Электрическая кардиоверсия проводилась дефибрилляторами-мониторами Mindra BeneHeart D3 и ДКИ-Н-11 АКЦИОН. в синхронном кардиовертером режиме 2–3 Дж/кг с предварительной премедикацией 100 мкг фентанила и 10 мг диазепама. Всем остальным пациентам (94,3%) было проведено медикаментозное лечение. Среди пациентов нашей когорты 241 чел. внутривенная инфузия амиодарона была проведена в дозе от 150 до 450 мг (средняя доза составляла $311,1 \pm 4,1$ мг, табл. 2.4) с дополнительным введением 10 мл калия и магния аспарагината (452 мг калия аспарагината + 400 мг магния аспарагината). Внутривенная инфузия пропафенона была проведена 157 обследованным в дозе от 8,75 до 185 мг (средняя доза составляла $74,7 \pm 3,3$ мг).

Обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения Statistica 10.0. и StatTech v. 1.2.0.

Результаты и их обсуждение

В нашей когорте преобладали больные 61–70 лет (40,7%) и 71–80 лет (25,9%). По данным литературы, частота встречаемости фибрилляции предсердий с возрастом увеличивается: от менее 0,5% в возрасте 40–50 лет и до 5–15% в 80 лет, что соответствует полученным нами данным [4, 16].

В половом соотношении в нашей когорте пациентов было документировано преобладание женщин — 65,1%. По данным Schnabel R.B. et al., в целом у женщин частота ФП ниже, однако учитывая, что распространенность ФП у людей в возрасте старше 75 лет выше у женщин из-за их большей продолжительности жизни [17]. При этом абсолютное число мужчин и женщин с фибрилляцией предсердий аналогично на популяционной основе [17].

В нашей когорте пациентов длительность пароксизмальной формы ФП составила от одного года до пяти лет, а у 11,3% обследованных обсуждаемая патология была выявлена впервые. Gulizia M.M. et al. отмечают, что среди 4126 пациентов с ФП, поступивших в отделение неотложной помощи, впервые диагностированная ФП выявлена у 22,3% чел., однако в настоящем исследовании мы обсуждаем только пароксизмальную форму, а в работе этого автора выделена общая частота в том числе и других видов ФП, что может объяснить выявленную разницу [1].

В среднем анамнестическая длительность аритмии была $3,88 \pm 0,7$ лет. Пароксизмы беспокоили пациентов с частотой от двух раз в неделю, до одного раза в квартал ($3,0 \pm 2,1$ эпизода/месяц).

Результаты анализа жалоб пациентов при обращении за скорой медицинской помощью при приступе пароксизма ФП свидетельствуют о наличии учащенного сердцебиения (перебои, чувство замирания) практически у всех больных (99,0%), одышки — в 27,3% случаев, боли в груди — у 13,1% обследованных.

Обследованные пациенты ($n=398$) в зависимости от количества критериев тяжести пароксизма ФП были распределены на 4 группы.

Мы установили достоверность высокой ЧСС (57,0%, $n=23$), как одного из критериев тяжести, в определение тяжелой степени выраженности пароксизма (ОШ 78,93, ДИ 55,2–94,9, $p=0,000$) и крайне тяжелой степени выраженности пароксизма (ОШ 78,87, ДИ 48,2–89,93, $p=0,000$).

Поэтому представляла научный интерес оценка вклада уровня ЧСС в исход лечения обсуждаемой патологии у пациентов на догоспитальном этапе.

Эпизоды АНРЕ были зарегистрированы в нескольких крупных обсервационных исследованиях. В большинстве исследований использовался предел ЧСС >175 или >180 [13, 14, 15]. Данные эпизоды были зарегистрированы в 10% случаев в регистре SAFE и в 70,0% случаев при анализе данных системы здраво-

Таблица 1. Результаты лечения пациентов с пароксизмами ФП на догоспитальном этапе в зависимости от исходного уровня ЧСС.

Результат лечения	ЧСС		p
	160 и ниже (n=313)	Выше 160 (n=76)	
Приступ купирован	64 (20,4%)	39 (51,3%)	0,001
Приступ не купирован	249 (79,%)	37 (48,7%)	0,214



Рис. 1. Частота госпитализаций у обследованных пациентов.

охранения Управления по делам ветеранов [15]. Важно отметить, что в исследованиях, включающих пациентов с клиническим диагнозом ФП, которые сами по себе имеют более высокую частоту предсердных аритмий, выявили АНРЕ у 40–70% [18, 19, 20], а у больных с ранее диагностированной ФП данную патологию диагностируют у 10–30% [21, 22, 23].

В нашей когорте пациентов при помощи ROC-анализа было доказано, что при ЧСС менее 142 уд. в мин. проведенная терапия была мало эффективна. Площадь под ROC-кривой составляла $0,865 \pm 0,011$ с 95% ДІ: 0,933–1, чувствительность метода — 78,0%, специфичность — 87,2%).

Среди обследованных исходный уровень ЧСС 160 уд. в мин. и выше был документирован в 19,5% случаев (n=76). У такого контингента больных выявлена достоверно большая частота купирования пароксизмов ФП,

в сравнении с пациентами, у которых ЧСС была менее 160 уд. в мин. (табл. 1).

Частота госпитализаций у пациентов с высокой ЧСС была несколько ниже, в сравнении с обследованными, у которых исходный уровень данного показателя был 160 уд. в мин. и ниже (рис 1).

Заключение

В настоящей работе доказано достоверность высокой ЧСС, как одного из критериев тяжести, в определение степени выраженности пароксизма, при этом выявлена эффективность антиаритмической терапии на догоспитальном этапе при частоте сокращений желудочков более 142 уд. в мин. У больных с исходным уровнем ЧСС 160 уд. в мин. и выше выявлена достоверно большая частота купирования пароксизмов ФП, в сравнении с пациентами, у которых ЧСС была меньше указанного уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gulizia M.M., Cemin R., Colivicchi F., et al. Management of atrial fibrillation in the emergency room and in the cardiology ward: the BLITZ AF study. // *Europace*. — 2019. — V. 21 (2). — P. 230–238.
2. Клинические Рекомендации по диагностике и лечению фибрилляции предсердий. Всероссийское научное общество специалистов по клинической электрофизиологии, аритмологии и электрокардиостимуляции (ВНОА) в сотрудничестве с Российским Кардиологическим обществом (РКО) и Ассоциацией сердечно-сосудистых хирургов, 2017.
3. Ptaszek L.M., Baugh C.W., Lubitz S.A., et al. Impact of a Multidisciplinary Treatment Pathway for Atrial Fibrillation in the Emergency Department on Hospital Admissions and Length of Stay: Results of a Multi-Center Study. // *J Am Heart Assoc*. — 2019. — V. 8 (18). — e012656.
4. Аракелян М.Г. Фибрилляция и трепетание предсердий. Клинические рекомендации 2020 / М.Г. Аракелян, Л.А. Бокерия, Е.Ю. Васильева и др. // *Российский кардиологический журнал*. — 2021. — Т. 26. — № 7. — С. 190–260.
5. Скорая медицинская помощь. Клинические рекомендации / под ред. С.Ф. Багненко. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. — 876 с.
6. Hindricks G., Potpara T., Dagres N., et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. // *Eur Heart J*. — 2021. — V. 42 (5). — P. 373–498.
7. Valembois L., Audureau E., Takeda A., Jarzebowski W., Belmin J., Lafuente-Lafuente C. Antiarrhythmics for maintaining sinus rhythm after cardioversion of atrial fibrillation. // *Cochrane Database Syst Rev*. — 2019. — V. 9 (9). — P. CD005049.
8. Gupta S., Lutnik M., Niederdöckl J., Schnaubelt S. From Bench to Bedside-Implementing the New ABC Approach for Atrial Fibrillation in an Emergency Department Setting. // *Int J Environ Res Public Health*. — 2022. — V. 19 (8). — P. 4797.
9. Markey G.C., Salter N., Ryan J. Intravenous flecainide for emergency department management of acute atrial fibrillation. // *J Emerg Med*. — 2018. — V. 54. — P. 320–327.
10. Tsiachris D., Doundoulakis I., Tsioufis P., et al. Reappraising the role of class Ic antiarrhythmics in atrial fibrillation. // *Eur J Clin Pharmacol*. — 2022. — V. 78 (6). — P. 1039–1045.
11. Миллер О.Н. Клинические рекомендации и мнение экспертов по применению антиаритмических препаратов в реальной практике / О.Н. Миллер, А.В. Сыров, В.Л. Дощичин и др. // *Consilium Medicum*. 2019. — Т. 21, № 5. — С. 43–50.
12. Труханова И.Г. Безопасность применения пропафенона у пациентов с органической патологией миокарда на догоспитальном этапе / И.Г. Труханова, Д.С. Зинатуллина, И.А. Поляков, С.Х. Садреева // *Скорая медицинская помощь*. — 2021. — № 2. — С. 32–37.
13. Giuseppe Boriani, Marco Vitolo, Jacopo Francesco Imberti, Tatjana S. Potpara, Gregory Y.H. Lip, What do we do about atrial high rate episodes? // *European Heart Journal Supplements*. 2020. — Volume 22 — p. 042-052.
14. Hindricks, Potpara T., Dagres N. et al. ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) // *Eur Heart J*. 2020. — 42(5). — p.373–498.
15. Bertaglia E., Blank B., Blomström-Lundqvist C. et al. Atrial high-rate episodes: prevalence, stroke risk, implications for management, and clinical gaps in evidence // *EP Europace*. 2019. — Volume 21, Issue 10. — p. 1459–1467.
16. Zimetbaum, P. Atrial Fibrillation. // *Ann. Intern. Med*. — 2017. — V. 166. — P. ITC33-ITC48.
17. Schnabel R.B., Yin X., Gona P., Larson M.G., Beiser A.S., McManus D.D., Newton-Cheh C., Lubitz S.A., Magnani J.W., Ellinor P.T., et al. 50 year trends in atrial fibrillation prevalence, incidence, risk factors, and mortality in the Framingham Heart Study: a cohort study. // *Lancet*. — 2015. — V. 386. — P. 154–162.
18. Shanmugam N., Boerdlein A., Proff J., Ong P., Valencia O., Maier S.K., Bauer W.R., Paul V., Sack S. Detection of atrial high-rate events by continuous home monitoring: clinical significance in the heart failure-cardiac resynchronization therapy population. // *Europace*. 2012–14(2). — p. 230–7.
19. Witt C.T., Kronborg M.B., Nohr E.A., Mortensen P.T., Gerdes C., Nielsen J.C. Early detection of atrial high rate episodes predicts atrial fibrillation and thromboembolic events in patients with cardiac resynchronization therapy. // *Heart Rhythm*. 2015–12(12). — p.2368–2375.
20. Turakhia M.P., Ziegler P.D., Schmitt S.K., Chang Y., Fan J., Than C.T., Keung E.K., Singer D.E. Atrial Fibrillation Burden and Short-Term Risk of Stroke: Case-Crossover Analysis of Continuously Recorded Heart Rhythm From Cardiac Electronic Implanted Devices. // *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2015. — 8(5). — p.1040–1047.
21. Ziegler P.D., Glotzer T.V., Daoud E.G., Singer D.E., Ezekowitz M.D., Hoyt R.H., Koehler J.L., Coles J. Jr, Wyse D.G. Detection of previously undiagnosed atrial fibrillation in patients with stroke risk factors and usefulness of continuous monitoring in primary stroke prevention. // *Am J Cardiol*. 2012–110(9). — p.1309–1314.
22. Healey J.S., Connolly S.J., Gold M.R., Israel C.W., Van Gelder I.C., Capucci A., Lau C.P., Fain E., Yang S., Bailleul C., Morillo C.A., Carlson M., Themeles E., Kaufman ES, Hohnloser SH; ASSERT Investigators. Subclinical atrial fibrillation and the risk of stroke. // *N Engl J Med*. 2012. — 366(2). — p.120–129.
23. Gonzalez M., Keating R.J., Markowitz S.M., Liu C.F., Thomas G., Ip J.E., Lerman B.B., Cheung J.W. Newly detected atrial high rate episodes predict long-term mortality outcomes in patients with permanent pacemakers. // *Heart Rhythm*. 2014. — 11(12). — p.2214–2221.

© Поляков Игорь Алексеевич (igo71807805@yandex.ru), Труханова Инна Георгиевна (innasmp@yandex.ru),

Зинатуллина Дилера Сабировна (dsadri@mail.ru), Алькова Диана Павловна (Alkova.007@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ БОЛЬНЫХ С ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫМИ ОЧАГОВЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ ПЕЧЕНИ

SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH BENIGN FOCAL LIVER FORMATIONS

A. Ponikarovskih

Summary. The relevance of the study is determined by the increase of the frequency of detection of various focal liver lesions. Important component of intravital detection of focal liver lesions is their differential diagnosis and further determination of the tactics of management. The aim of this study was to identify the indications for surgery of the most common benign liver tumors (liver hemangioma, focal nodular hyperplasia and hepatocellular adenoma) and its surgical techniques. Materials for research: clinical guidelines and clinical studies. Results for research: surgical treatment of the benign liver tumors should be performed according to strict indications and in specialized centers.

Keywords: hepatic haemangioma, focal nodular hyperplasia, hepatocellular adenoma.

Поникаровских Алина Сергеевна

Педиатр, ГБУЗ «Областной онкологический
диспансер», Иркутск
summer-the-oc47@yandex.ru

Аннотация. Актуальность исследования определяется увеличением частоты выявления очаговых образований печени при различных визуализирующих методах исследования. Важной составляющей прижизненного обнаружения данных образований является их дифференциальная диагностика и дальнейшее определение тактики ведения больных. Целью настоящего исследования послужил анализ показаний к оперативному лечению наиболее распространенных доброкачественных опухолей печени (гемангиомы печени, фокальной нодулярной гиперплазии и гепатоцеллюлярной аденомы), а также анализ применяемых техник их хирургического лечения. Материалами для исследования являлись доступные клинические рекомендации и клинические исследования. В результате исследования установлено, что при решении вопроса о целесообразности хирургического лечения первоочередным является взвешивание его пользы и рисков, поэтому оперативное лечение должно выполняться по строгим показаниям и в специализированных центрах.

Ключевые слова: гемангиомы печени, фокальная нодулярная гиперплазия, гепатоцеллюлярная аденома.

Введение

Совершенствование методов визуализирующей диагностики, а также повышение их доступности в общеклинической практике способствовало увеличению частоты выявления различных очаговых образований печени (ООП) [1–5]. По данным авторов ООП обнаруживаются в 33% случаев прижизненных неинвазивных визуализирующих исследований и более чем в 50% посмертных исследований [6]. Важной составляющей прижизненного выявления ООП является их дифференциальная диагностика и дальнейшее определение тактики ведения больных.

По данным анализа Гусейнова А.З. и соавторов отсутствует общепринятая классификация ООП, как и всех заболеваний печени [7]. Согласно с клиническими рекомендациями американского общества гастроэнтерологов (ACG, 2014) «ООП — это солидные или кистозные образования, или же участки печеночной ткани, имеющие строение отличное от здоровой ткани печени». Представленное определение включает достаточно широкий круг ООП, которые могут иметь различный генез, как неопластический, так и воспалительный (посттрав-

матический, инфекционный, послеоперационный и т.д.). В клинических рекомендациях ACG приводятся следующие нозологические единицы доброкачественных ООП (ДООП): гепатоцеллюлярная аденома (ГЦА), гемангиомы печени (ГП), фокальная нодулярная гиперплазия (ФНГ), узловая регенеративная гиперплазия, кисты печени, билиарные цистаденомы, поликистоз печени, кистозный (гидатидный) эхинококкоз [2]. В клинических рекомендациях бразильского общества гепатологов (SBH, 2015) ДООП классифицируются в зависимости от их клеточного происхождения: 1. гепатоклеточные — ГЦА, ФНГ; 2. происходящие из эпителия желчевыводящих протоков — простые кисты печени, цистаденомы, поликистоз печени; 3. происходящие из мезенхимальной ткани — ГП [8]. В рекомендациях европейской ассоциации по изучению болезней печени (EASL, 2016) приводятся данные только о ГЦА, ФНГ и ГП [9, 10].

Однако все же говоря о доброкачественности и злокачественности объемных образований любого органа обычно подразумевается молекулярно-патоморфологическое течение именно неопластического процесса со взвешиванием возможных рисков малигнизации и опухолевой диссеминации. В классификации Всемир-

ной организации здравоохранения (ВОЗ) 5-го пересмотра внесены существенные корректировки в сравнении с 4-м пересмотром, к примеру, ранее опухоли не строго специфического строения (мезенхимальные, гематолимфоидные) входили в состав определенной органной патологии, в 5-м же пересмотре данные рубрики вынесены в отдельные главы общие для всех отделов желудочно-кишечного тракта без выделения классификационных рубрик злокачественности и доброкачественности [11–13]. Объединяя 4-й и 5-й пересмотры ВОЗ доброкачественные опухоли печени (ДОП) можно классифицировать следующим образом: 1. эпителиальные (1.1. гепатоклеточные — ГЦА [12] и ФНГ [11]; 1.2. происходящие из билиарных клеток — билиарная аденома, билиарная аденофиброма, билиарная интраэпителиальная неоплазия, интрадуктальная папиллярная неоплазия, муцинозная кистозная опухоль [12]) и 2. мезенхимальные — ангиомиолипома, кавернозная гемангиома, юношеская гемангиома, воспалительная псевдоопухоль, лимфангиома, лимфоангиоматоз, мезенхимальная гамартома, солидарная фиброзная опухоль [11].

ДОП по своим морфологическим признакам отличаются от злокачественных опухолей печени [14]. Они характеризуются неинвазивным ростом, отсутствием метастазирования [15] и длительным бессимптомным течением [1, 4]. По данным исследования Choi S.H. и соавторов частота обнаружения бессимптомных ДООП при ультрасонографическом исследовании составляет 20% (539/2670 обследуемых) [16]. При определенных условиях некоторые ДОП имеют тенденцию к значительному росту, что в свою очередь приводит к различным осложнениям (нарушениям функции печени, развитию кровотечения и т.д.). Наиболее неблагоприятным исходом является малигнизация ДОП [14].

Целью настоящего исследования послужил анализ показаний к оперативному лечению наиболее распространенных ДОП, а также анализ применяемых техник их хирургического лечения.

Материалами для исследования послужили доступные клинические рекомендации и клинические исследования оперативного лечения ДООП.

Результаты

По данным ряда авторов наиболее распространенными ДОП являются ГП, ФНГ и ГЦА [1, 15].

ГП — самая распространенная ДОП (по данным аутопсий обнаруживается с частотой 0,4–20%) [2, 9, 10]. В подавляющем большинстве случаев ГП не имеют клинических проявлений и обнаруживаются случайно [9, 10]. Клинические значимые случаи ГП составляют

0,7–1,5% из 5% выявляемых в популяции прижизненно [2, 9, 10]. По данным Мугатарова И.Н. и соавторов ГП составляют от 20 до 84% всех ДООП [17].

Вопрос о хирургическом лечении гемангиомом остается дискуссионным и по сей день, поскольку в клинических исследованиях не выявлено связи между размерами ГП и ассоциирующимися с ними осложнениями. Существует лишь незначительная корреляция между симптомами и характеристиками ГП, поэтому оперативное лечение данных ДОП применяется достаточно редко [9, 10]. Обычно ГП подлежат диспансерному наблюдению [17].

Хирургическое лечение ГП может быть показано при гигантских ГП ≥ 10 см, при наличии рецидивирующего болевого синдрома, симптоматической компрессии соседних органов, спонтанном или травматическом разрыве, а также при прогрессирующем росте ГП, обычно наблюдаемом при наличии синдрома Казабаха-Меррита (сочетание гигантской симптоматической ГП и коагулопатии) [2, 8–9, 17].

Методы оперативного лечения гемангиомы включают резекцию печени, энуклеацию, различные виды локальной деструкции (пункционное чрескожное склерозирование, криодеструкция, микроволновая абляция, радиочастотная термоабляция и др.) [8, 17]. Кроме того, с целью уменьшения кровенаполнения опухоли и снижения риска интраоперационной кровопотери, а также при нарушении целостности ГП небольших размеров применяется рентгеноэндоваскулярная эмболизация ветвей печеночной артерии [8–10, 17, 18]. При наличии нерезектабельных ГП (диссеминированное или тотальное поражение, центрально расположенное) может быть показана трансплантация печени [3, 8–10, 17].

ФНГ — ДОП, обнаруживаемая с частотой 0,4–3% согласно с данными аутопсий. Встречаемость клинически значимой ФНГ составляет менее 0,03%; в популяции преобладают женщины (до 90%). ФНГ представляет собой поликлональную пролиферацию фенотипически зрелых и незрелых гепатоцитов в состоянии метаплазии в результате их гиперпластической реакции на артериальные мальформации. При ФНГ отсутствуют соматические мутации и генная дисрегуляция.

ФНГ отличается длительной стабильностью роста и бессимптомным течением. Осложнения при данном виде ДОП регистрируются крайне редко. Существует незначительная корреляция между ФНГ и симптомами, поэтому больным редко показано хирургическое лечение. Вопрос о необходимости проведения резекции может быть рассмотрен при достаточно крупных размерах ФНГ, опосредующих развитие болевого

и компрессионного синдромов. Точный размер ФНГ, при которых необходимо оперативное вмешательство в клинических рекомендациях не указывается [2, 8–10].

ГЦА — ДОП, обнаруживаемая с частотой 1–1,5 случая на миллион. Чаще болеют женщины, в особенности те, которые принимают оральные контрацептивы (3 случая на 100 000) [9, 10, 19].

Выделяют 5 типов ГЦА: 1. HNF-1α инактивированная ГЦА (~35%); 2. β-катенин активированная ГЦА (~10%); 3. Воспалительная ГЦА (~35%); 4. Sonic hedgehog ГЦА (~5%); 5. Неклассифицированная ГЦА (~7%) [Gonzalez, 19, 9, 10]. В отличие от других ДОП ГЦА склонны к кровоизлияниям и злокачественной трансформации. Спонтанные разрывы и кровоизлияния ГЦА обычно регистрируются при размере образования ≥ 5 см [9, 10]. Риск малигнизации выше у мужчин, а также при мутациях β-катенина, больших размерах ГЦА и при экзофитном росте [9, 10, 19–21].

Основой оперативного лечения ГЦА является резекция печени, которая показана всем мужчинам вне зависимости от размера образования и женщинам детородного возраста при размере ГЦА > 5 см, при мутациях β-катенина или при активном росте опухоли (увеличение диаметра на ≥20%, в соответствии с критериями RECIST для солидных злокачественных опухолей). У женщин при размере образования <5 см рекомендуется консервативное лечение, однако вопрос об резекции может быть рассмотрен у женщин, планирующих беременность ввиду возможного прогрессирования при изменении гормонального статуса [2, 8–10, 19].

У гемодинамически нестабильных пациентов с кровоточащей ГЦА рекомендуется проведение эмболизации с последующим рассмотрением возможности проведения резекции. У больных, которым не показана резекция печени, для контроля роста опухоли также может применяться эмболизация или абляция. Стоит отметить, что перед проведением абляции необходимо гистологическое подтверждение диагноза [9, 10].

Эффективность применяемых методик хирургического лечения ДООП

Согласно с анализом клинических исследований, повествующих результаты хирургического лечения ДООП, основной тенденцией является применение минимально инвазивных резекций и сравнение их с традиционными открытыми вмешательствами. Так, Ефанов М.Г. и соавторы оценивали результаты применения различных техник резекций печени: основной группе вы-

полнены миниинвазивные резекции (n=215, из них 49 робот-ассистированных и 166 лапароскопических), контрольной — 70 открытых резекций печени. Количество больных с ДОП и паразитарными образованиями в основной группе составило 118 (55%), в контрольной — 14 (20%). Авторами установлено, что миниинвазивные резекции в сравнении с открытыми отличаются меньшей кровопотерей, сравнимой продолжительностью операции, меньшей частотой тяжелых (>II по Clavien–Dindo) осложнений и меньшей продолжительностью послеоперационного стационарного лечения [22].

В другом исследовании Ефанов М.Г. и соавторы оценивали результаты минимально инвазивных резекций именно при ДОП (при гемангиомах, аденомах, ФНГ и цистаденомах). Авторы свидетельствуют, что лапароскопические и роботические техники позволяют значительно снизить количество послеоперационных осложнений при резекциях печени по поводу ДОП, поэтому эти методики могут являться стандартом лечения данной категории пациентов [23].

Демирджаевой Э.Л. и соавторами также на основании анализа лечения 340 больных ДООП (164 с непаразитарными кистами печени, 71 с абсцессами, 41 с эхинококкозом, 48 с гемангиомами, 12 с аденомой, 4 с ФРГ) установлено, что миниинвазивные операции позволяют снизить частоту послеоперационных осложнений (с 24,5% до 6%) и смертности (с 4,5% до 1,3%) в сравнении с открытыми вмешательствами [5].

Кроме того, ведутся разработки новых и усовершенствование уже имеющихся техник хирургического лечения ОПП для повышения их эффективности и безопасности. К примеру, Мерзликин Н.В. и соавторы разработали оригинальную криоаппаратуру, позволяющую уменьшить интраоперационную кровопотерю и вызывающую асептический некроз с последующим склерозом ООП. Авторы утверждают, что криовоздействие при операциях на печени могут осуществляться в виде криорезекций; обычных резекций с криодеструкцией культи по линии рассечения; криодеструкций небольших гемангиом и метастатических узлов [24].

Заключение

Повышение выявляемости ДООП в особенности у бессимптомных пациентов ставит перед врачами вопрос о необходимости медицинского вмешательства. При решении вопроса о целесообразности хирургического лечения первоочередным является взвешивание его пользы и рисков. Анализ действующих клинических рекомендаций продемонстрировал, что оперативное лечение наиболее распространенных ДОП должно выполняться по строгим показаниям и в специализированных центрах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oldhafer K.J. et al. Benign liver tumors // *Visceral medicine*. — 2020. — Т. 36. — № 4. — С. 292–303.
2. Marrero J.A. et al. ACG clinical guideline: the diagnosis and management of focal liver lesions // *Official journal of the American College of Gastroenterology ACG*. — 2014. — Т. 109. — № 9. — С. 1328–1347.
3. Колкин Я.Г. и др. Доброкачественные очаговые образования печени (научный обзор) // *Вестник неотложной и восстановительной медицины*. — 2008. — Т. 9. — № 4. — С. 584–587.
4. Жолдыбай Ж.Ж., Ахметова Г.С. Компьютерная томография в диагностике образований печени // *Онкология и радиология Казахстана*. — 2013. — № 1. — С. 3–5.
5. Демирджаева Э.Л., Ильясов О.С. Возможности современных методов диагностики и хирургического лечения доброкачественных очаговых образований печени // *Научный электронный журнал Меридиан*. — 2019. — № 11. — С. 30–32.
6. Algarni A.A. et al. Focal liver lesions found incidentally // *World journal of hepatology*. — 2016. — Т. 8. — № 9. — С. 446.
7. Гусейнов А.З., Одинцов В.А., Гусейнов Т.А. Классификация очаговых образований печени: эволюция взглядов, современное состояние // *Клиническая медицина и фармакология*. — 2016. — Т. 2. — № 4. — С. 14–9.
8. Strauss E. et al. Diagnosis and treatment of benign liver nodules: Brazilian Society of Hepatology (SBH) recommendations // *Arquivos de gastroenterologia*. — 2015. — Т. 52. — С. 47–54.
9. European Association for the Study of the Liver et al. EASL Clinical Practice Guidelines on the management of benign liver tumours // *Journal of hepatology*. — 2016. — Т. 65. — № 2. — С. 386–398.
10. Colombo M. EASL Clinical Practice Guidelines on the management of benign liver tumors // *Clinical Liver Disease*. — 2020. — Т. 15. — № 4. — С. 133.
11. WHO Classification of Tumors of the Digestive System, 4th Edition // *International Agency for Research on Cancer, Lyon*. — 2010.
12. WHO Classification of Tumours: Digestive System Tumours, 5th Edition // *International Agency for Research on Cancer, Lyon*. — 2019.
13. Лукьянченко А.Б. и др. Морфологическая классификация опухолей печени (сравнительные особенности классификаций ВОЗ 2010 и 2019 гг.) // *Медицинская визуализация*. — 2020. — Т. 24. — № 2. — С. 138–143.
14. Прокопчик Н.И., Цыркунов В.М. Клиническая морфология печени: доброкачественные опухоли // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. — 2018. — Т. 16. — № 2. — С. 202–209.
15. Haring M.P.D. et al. Scoping review of clinical practice guidelines on the management of benign liver tumours // *BMJ Open Gastroenterology*. — 2021. — Т. 8. — № 1.
16. Choi S.H. et al. Focal hepatic solid lesions incidentally detected on initial ultrasonography in 542 asymptomatic patients // *Abdominal Radiology*. — 2016. — Т. 41. — № 2. — С. 265–272.
17. Мугатаров И.Н. и др. Анализ хирургического лечения гемангиом печени // *Пермский медицинский журнал*. — 2021. — Т. 38. — № 4. — С. 129–141.
18. Мерзликин Н.В. и др. Крихирургия опухолей печени // *Сибирский онкологический журнал*. — 2018. — Т. 17. — № 2. — С. 41–48.
19. Abdelmalak M, Pendse A. Hepatocellular adenoma // *PathologyOutlines* URL: <https://www.pathologyoutlines.com/topic/livertumorhepatocellularadenoma.html> (дата обращения: 12.07.2012).
20. Zucman-Rossi J. et al. Genotype–phenotype correlation in hepatocellular adenoma: new classification and relationship with HCC // *Hepatology*. — 2006. — Т. 43. — № 3. — С. 515–524.
21. Nayantara P.V. et al. Computer-aided diagnosis of liver lesions using CT images: a systematic review // *Computers in Biology and Medicine*. — 2020. — Т. 127. — С. 104035.
22. Ефанов М.Г. и др. Ближайшие и отдаленные результаты лапароскопических и робот-ассистированных резекций печени. Оценка опыта специализированного центра // *Анналы хирургической гепатологии*. — 2018. — Т. 23. — № 1. — С. 38–46.
23. Ефанов М.Г. и др. Результаты минимально инвазивных резекций по поводу доброкачественных опухолей печени // *Доказательная гастроэнтерология*. — 2018. — Т. 7. — № 1. — С. 95–95.
24. Мерзликин Н.В. и др. Крихирургия опухолей печени // *Сибирский онкологический журнал*. — 2018. — Т. 17. — № 2. — С. 41–48.

© Поникаровских Алина Сергеевна (summer-the-oc47@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ У СПОРТСМЕНОВ-ЧИРЛИДЕРОВ

RESULTS OF THE RESEARCH OF THE STATE OF CHEWING MUSCLES IN CHEERLEADERS

A. Sevbitov
A. Teplova
A. Dorofeev
A. Timoshin
I. Kuznetsov

Summary. During physical exertion, athletes experience heavy loads. It has a significant effect on the bite, since cheerleader athletes in most cases strongly clench their jaws during jumps. The prevalence of pathology and injuries of the maxillofacial region varies depending on the frequency of physical activity. The study involved 50 people who were divided into 2 groups depending on their professional sports experience. A 4-channel electromyograph "Neuro-MVP" was used to study the neuromuscular system of the masticatory muscles. All the results obtained indicate that constant physical exertion has a significant impact on changes in the dental system of cheerleader athletes. An increase in pathological changes in the maxillofacial region is observed with an increase in the sports professional experience of cheerleaders.

Keywords: cheerleader athletes, masticatory muscles, electromyography, dental status.

Севбитов Андрей Владимирович

*Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени
И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский
Университет), Москва
avsevbitov@mail.ru*

Теплова Анна Валерьевна

*Ассистент, ФГОУ ВО «Пензенский государственный
университет», г. Пенза
stomannavaleryevna@mail.ru*

Дорофеев Алексей Евгеньевич

*К.м.н., доцент, ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени
И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский
Университет), г. Москва
adedorofeev@mail.ru*

Тимошин Антон Владимирович

*К.м.н., доцент, ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени
И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский
Университет), г. Москва
anton-timoshin007@yandex.ru*

Кузнецов Иван Ильич

*ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова
Минздрава России (Сеченовский Университет),
г. Москва
kuzerit@yandex.ru*

Аннотация. Во время физических нагрузок спортсмены испытывают сильные нагрузки. Оказывается, значительное влияние на прикус, так как спортсмены-чирлидеры в большинстве случаев сильно сжимают челюсти во время прыжков. Распространенность патологий и травм челюстно-лицевой области варьируется в зависимости от частоты физических нагрузок. В исследовании приняли участие 50 человек, которые были распределены на 2 группы в зависимости от спортивного профессионального стажа. Для исследования нейромышечной системы жевательных мышц использовался 4-канальный электромиограф «Нейро-МВП». Все полученные результаты указывают на то, что постоянные физические нагрузки оказывают значительное влияние на изменения зубочелюстной системы спортсменов-чирлидеров. Увеличение патологических изменений в челюстно-лицевой области наблюдается при увеличении спортивного профессионального стажа спортсменов-чирлидеров.

Ключевые слова: спортсмены-чирлидеры, жевательные мышцы, электромиография, стоматологический статус.

Введение

Во время физических нагрузок спортсмены испытывают сильные нагрузки. Оказывается значительное влияние на прикус, так как спортсмены в большинстве случаев сильно сжимают челюсти во время прыжков [3,5]. Одновременно с этим патогенное действие силы может распространяться и изменяться окружающими мышцами лица, суставными и внесуставными связками и непосредственно зубами. Различают следующие симптомы: стираемость зубов, ограниченное открывание рта, негативное влияние на пародонт, отклонения нижней челюсти при открывании рта в сторону травмированной стороны, рецессия десны, неправильный прикус [1,4,6]. Распространенность патологий и травм челюстно-лицевой области варьируется в зависимости от частоты физических нагрузок [2]. На данный момент имеется недостаточное количество исследований по изучению влияния постоянных спортивных нагрузок на зубочелюстную систему, необходимо проводить дополнительные исследования для выявления наличия и распространённости патологических изменений у спортсменов.

Материал и методы исследования

Проведено функциональное исследование спортсменов. В исследовании приняли участие 50 человек.

Критерии включения: возраст пациентов от 18 до 25 лет; постоянные спортивные профессиональные занятия более 1 года, наличие добровольного информированного согласия.

Критерии исключения: возраст пациентов менее 18 лет и старше 25 лет, спортивные профессиональные занятия менее 1 года, отказ от участия в электронном анкетировании.

В зависимости от профессионального стажа спортсмены были разделены на две группы: 1-я группа — спортивный профессиональный стаж от 1 года до 3-х лет (25 человек); 2-я группа — спортивный профессиональный стаж более 3-х лет (25 человек).

Для исследования нейромышечной системы благодаря регистрированию электрических потенциалов жевательной мускулатуры использовался 4-канальный электромиограф «Нейро-МВП» подходит для оценки двух основных жевательных мышц с обеих сторон одновременно.

Статистическая обработка проводилась при помощи методов вариационной статистики, использовался программный продукт IBM SPSS Statistics 22 данные

исследований подверглись статистической обработке, использовался метод корреляционного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

При сравнении с нормальными показателями жевательных мышц в покое и с нагрузкой в группе 1 показатели считаются хорошими. В покое показатели средней амплитуды жевательной мышцы в мкВ с правой и левой сторон $23,4 \pm 3,07$; с нагрузкой — $385,98 \pm 9,3$.

При сравнении с нормальными показателями жевательных мышц в покое и с нагрузкой в группе 1 показатели считаются хорошими. В покое показатели средней амплитуды жевательной мышцы в мкВ с правой и левой сторон $23,4 \pm 3,07$; с нагрузкой — $385,98 \pm 9,3$. Данные приведены в Таблице 1.

В покое показатели средней амплитуды жевательной мышцы в мкВ с правой и левой сторон в группе 2 равны $28,9 \pm 3,12$; с нагрузкой — $401,3 \pm 13,7$. При сравнении с нормой эти показатели уже считаются завышенными и свидетельствуют о незначительных нарушениях. Данные приведены в Таблице 1. Достоверность различия результатов равна $p < 0,05$.

При сравнении 1 группы до и после лечения по тону средней амплитуды в покое обнаружены статистически значимые различия: $W_{(45)} = 165,5$; $p < 0,01$. После лечения у 1 группы тонус средней амплитуды в покое ниже чем до лечения в среднем на 6,1% [2,2–10,0].

При сравнении 2 группы до и после лечения по тону средней амплитуды в покое обнаружены статистически значимые различия: $W_{(55)} = 622,0$; $p < 0,01$. После лечения у 2 группы тонус средней амплитуды в покое ниже чем до лечения в среднем на 16,5% [11,7–21,3].

При сравнении 1 группы до и после лечения по тону средней амплитуды с нагрузкой обнаружены статистически значимые различия: $W_{(45)} = 95,0$; $p < 0,01$. После лечения у 1 группы тонус средней амплитуды с нагрузкой ниже, чем до лечения в среднем на 1,2% [0,4–2,0].

При сравнении 2 группы до и после лечения по тону средней амплитуды с нагрузкой обнаружены статистически значимые различия: $W_{(55)} = 276,0$; $p < 0,01$. После лечения у 2 группы тонус средней амплитуды с нагрузкой ниже, чем до лечения в среднем на 3,2% [2,1–4,4].

В группе 1 показатели средней амплитуды жевательной мышцы в мкВ были близки к норме. При сравнении с нормой показатели группы 2 уже считаются

завышенными и свидетельствуют о незначительных нарушениях. При сравнении показателей жевательных мышц в покое и с нагрузкой среди 1, 2 групп уточняется увеличение данных показателей вместе с увеличением спортивного стажа у спортсменов-чирлидеров.

Все полученные результаты указывают на то, что постоянные физические нагрузки оказывают значительное влияние на изменения зубочелюстной системы спортсменов-чирлидеров. Негативные изменения в височно-нижнечелюстном суставе могут быть вызваны прямыми ударами в височно-нижнечелюстную область, ударами в подбородок или в нижнюю челюсть, и при сильном сжатии челюстей [10–12]. Плохое состояние полости рта может снизить качество жизни и вызвать системную воспалительную реакцию, что оказывает влияние на спортивные результаты [7–9].

Отрицательные изменения происходят в височно-нижнечелюстном суставе, влияют на высоту коронок зубов, на увеличение рецессии десны, появляется кровоточивость в большинстве случаев, неприятные

ощущения при приёме пищи, во время и после физических нагрузок в челюстно-лицевой области. Увеличение патологических изменений в челюстно-лицевой области наблюдается при увеличении спортивного профессионального стажа спортсменов-чирлидеров.

Для того чтобы избежать негативных последствий постоянных физических нагрузок на состояние челюстно-лицевой области, необходима постоянная профилактика в виде защитных капп, которые будут предупреждать развитие рецессии десны, стираемости зубов, патологических изменений в височно-нижнечелюстном суставе, кровоточивости дёсен и болевых ощущений в жевательных мышцах. После разработки защитных капп необходимо также внедрить их применение в повседневную жизнь спортсменов-чирлидеров.

Таким образом, у спортсменов-чирлидеров с большим профессиональным спортивным стажем согласно результатам электромиографии выявлено большее количество патологических изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ashley P., Di Iorio A., Cole E., Tandy A., Needleman I. Oral health of elite athletes and association with performance: a systematic review. *Br J Sports Med* 2015; 49(1): 14–9. DOI: 10.1136/bjsports-2014-093617.
2. Ershov K.A., Sevbitov A.V., Dorofeev A.E., Pustokhina I.G. Evaluation of elderly patients adaptation to removable dentures // *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018; 5 (3). 1638–1641. DOI: 10.5281/zenodo.1208617
3. Gallagher J., Ashley P., Petrie A., Needleman I. Oral health and performance impacts in elite and professional athletes. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2018; 46(6):563–568. DOI: 10.1111/cdoe.12392.
4. Kosaka T., Ono T., Kida M., Fushida S., Nokubi T., Kokubo Y., Watanabe M., Miyamoto Y., Ikebe K. Deterioration of periodontal status affects declines in masticatory performance: The Suita study. *J Clin Periodontol*. 2021; 48(9):1208–1215. DOI: 10.1111/jcpe.13515.
5. Lechner B.D. Monitoring demineralization and subsequent remineralization of human teeth at the dentin-enamel junction with atomic force microscopy / B.D. Lechner [et al.] // *ACS Applied Materials Interfaces*. 2015; 7(34). 18937–18943. DOI: 10.1021/acsami.5b04790.
6. Marro F., Fernandez C., Martens L., Jacquet W., Marks L. Erosive tooth Wear in special Olympic athletes with intellectual disabilities. *BMC Oral Health*. 2019; 19(1):37. doi: 10.1186/s12903-019-0727-3.
7. Marro F., Jacquet W., Bottenberg P., Martens L. The Influence of Behavioural and Sociodemographic Risk Indicators on Erosive Tooth Wear in Flemish Adolescents, Belgium. *Caries Res*. 2018; 52(1–2):119–128. DOI:10.1159/000481667.
8. Martignon S., López-Macías A.M., Bartlett D., Pitts N., Usuga-Vacca M., Gamboa L.F., O’Toole S. The use of index teeth vs. full mouth in erosive tooth wear to assess risk factors in the diet: A cross-sectional epidemiological study. *J Dent*. 2019; 88:103164. DOI: 10.1016/j.jdent.2019.07.002.
9. Moseid C.H., Myklebust G., Fagerland M.W., Clarsen B., Bahr R. The prevalence and severity of health problems in youth elite sports: A 6-month prospective cohort study of 320 athletes. *Scand J Med Sci Sports*. 2018; 28(4):1412–1423. DOI: 10.1111/sms.13047.
10. Needleman I., Ashley P., Fairbrother T., Fine P., Gallagher J., Kings D., Maughan R.J., Melin A.K., Naylor M. Nutrition and oral health in sport: time for action. *Br J Sports Med*. 2018; 52(23):1483–1484. DOI: 10.1136/bjsports-2017-098919.
11. Sevbitov A.V., Enina Y.I., Dorofeev A.E., Mironov S.N., Brago A.S. Experience in the application of hybrid ceramic restorations in the cervical region. *Asian Journal of Pharmaceutics*. 2018. T. 12. № 3. С. S1106–S1109.
12. Sevbitov A.V., Enina Yu.I., Dorofeev A.E., Kamenskov P.E., Kozhemov S.I., Nikonova A.V. Study of the impact of various abrasive factors on the microrelief of the surface of hybrid ceramic orthopedic structures. *Opcion*. 2019. T. 35. № S24. С. 598–611.

© Севбитов Андрей Владимирович (avsevbitov@mail.ru), Теплова Анна Валерьевна (stomannavaleryevna@mail.ru),
Дорофеев Алексей Евгеньевич (adedorofeev@mail.ru), Тимошин Антон Владимирович (anton-timoshin007@yandex.ru),
Кузнецов Иван Ильич (kuzerit@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ДЛЯ ОРТОДОНТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ЗУБНЫХ РЯДОВ В САГИТТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

USE OF APPLIANCE FOR ORTHODONTIC CORRECTIONS OF DENTAL ARCHES IN SAGITTAL PLANE

**N. Sokolovich
N. Petrova
Hadi S.
C. Hadi**

Summary. In order to determine the most effective apparatus for distalization of the dentition, which has a constant vector of force and has a minimum of side effects on the dentoalveolar apparatus. Examination and treatment of 20 patients with dento-alveolar-tubercle ratios in the lateral sections, narrowing of the dentition, crowding in the frontal area of the teeth was carried out. In the first group (n=7), intermaxillary elastics were used corresponding to the class II vector at the stage of using the fixed technique. In the second group (n=6), non-removable distalizers were placed before brackets were fixed. In the third group (n=7), CS2000 distalization devices were installed in addition to brackets. In the third group, the most compensated results were observed between distalization of the dentition and comfort for the patient. Apparatus CS2000 did not interfere with hygienic procedures in the oral cavity, did not disturb diction, and made it possible to move the teeth by 2.8 + 0.4 mm in a short time. Thus, as a result of the study, it was shown that the use of the CS2000 apparatus for distalization of the dentition is a modern and effective method for treating dystoocclusion, which allows achieving good results in a short time.

Keywords: dentoalveolar anomalies, sagittal disorders, dentition, distalization, distalizing devices.

Соколович Наталия Александровна
Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский
Государственный Университет

Петрова Наталья Петровна
К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский
Государственный Университет
spbpetrova@yandex.ru

Хади Сухейла-Наталия Аднановна
Ассистент, Первый Санкт-Петербургский
государственный медицинский университет им.
И.П. Павлова

Хади Селин Хадиевна
Врач-стоматолог

Аннотация. С целью определения наиболее эффективного для дистализации зубных рядов аппарата, обладающего постоянным вектором силы и оказывающего минимум побочных эффектов на зубо-челюстной аппарат. Проведено обследование и лечение 20 пациентов с зубо-альвеоларно-бугорковыми соотношениями в боковых отделах, сужением зубных рядов, скученностью во фронтальном участке зубов. В первой группе (n=7) применялись межчелюстные эластики, соответствующие вектору II класса на этапе применения несъемной техники. Во второй группе (n=6) устанавливали несъемные дистализаторы до фиксации брекетов. В третьей группе (n=7) в дополнение к брекетам устанавливали аппараты для дистализации CS2000.

В третьей группе наблюдались наиболее компенсированные результаты между дистализацией зубных рядов и комфортом для пациента. Аппарат CS2000 не мешал проводить гигиенические процедуры в полости рта, не нарушал дикцию и позволял получить перемещение зубов на 2,8 + 0,4 мм за короткий срок. Таким образом, в результате исследования показано, что использование для дистализации зубного ряда аппарата CS2000 — это современный и эффективный метод лечения дистооклюзии, который позволяет добиться хороших результатов в короткие сроки.

Ключевые слова: зубочелюстные аномалии, нарушения по сагиттали, зубные ряды, дистализация, дистализирующие аппараты.

Введение

По данным ряда отечественных авторов, распространенность зубочелюстных аномалий и деформаций составляет в среднем от 64,3±3,0% до 89±1,3% в зависимости от возрастной группы и районов проживания [1–3]. Большой процент из наблюдаемых нарушений составляет дистооклюзия. Известно, что основу этиологии данной аномалии составляют

нарушения роста и развития челюстно-лицевого комплекса[2]. К общим факторам, влияющим на развитие данной патологии Петрова Н.П. (2012 г.) относит искривление носовой перегородки, увеличение небно-глоточных миндалин, хронические заболевания верхних дыхательных путей[4]. Ротовой тип дыхания и не полное смыкание губ приводит к нарушениям герметичности ротовой полости, атоничности мышц и, при проведении ортодонтического лечения, если у пациента еще

и наблюдается вертикальный тип роста, параметры, заложенные в несъемную технику не отрабатываются и не происходит необходимой дистализации[5].

Проблемы применения дистализирующих аппаратов достаточно широко известны. Это и нежелание пациентов жертвовать эстетикой и внешним видом (при применении лицевой дуги), сложность установки для врача и трудность использования различных видов дистализаторов пациентами. К основным показаниям для дистализации зубных рядов можно отнести следующие:

- ◆ несоответствие размеров верхней и нижней зубных дуг при наличии соотношения по II классу в боковых отделах;
- ◆ скелетная патология прикуса II класса с антепозицией верхней челюсти при завершении роста.

В ортодонтии дистализация проводится широко известными межчелюстными тягами и в сложных случаях применяются несъемные дистализаторы, которые требуют неукоснительного соблюдения протокола фиксации. Если случается дефект или перелом части такого аппарата, то требуется новый клинико-лабораторный этап для починки, аппарат снимается на некоторое время, что может привести к потере достигнутого результата [6]. Некоторые из этих аппаратов приводят к появлению в лечении вертикального компонента, что может способствовать не желательной ротации нижней челюсти, особенно при патологии II класса. Применение межчелюстных эластиков требует высокой кооперации с пациентом, что тоже зачастую не представляется возможным.

Цель

Целью исследования явилось определение наиболее эффективного для дистализации зубных рядов аппарата, обладающего постоянным вектором силы и оказывающего минимум побочных эффектов на зубо-челюстной аппарат.

Материалы и методы

Обследовано три группы пациентов с диагнозом: зубо-альвеолярно-бугорковые соотношения в боковых отделах, сужение зубных рядов, скученность во фронтальном участке зубов.

В первой группе у 7 пациентов применялись межчелюстные эластики, соответствующие вектору II класса на этапе применения несъемной техники.

Во второй группе у 6 пациентов были установлены несъемные дистализаторы до фиксации брекетов.

В третьей группе у 7 пациентов были установлены в дополнение к брекетам аппараты для дистализации CS2000.

Применялись следующие методы исследования:

- ◆ антропометрический: расчет и анализ контрольно-диагностических моделей челюстей пациентов (КДМ);
- ◆ рентгенологический метод: анализ отропантомограмм и телерентгенограмм в боковой проекции.

Результаты и обсуждение

В первой группе на этапе жестких дуг пациенты пользовались межчелюстными эластками. Эластики эстетичны, не мешают гигиене полости рта, результат ношения зависит только от пациента. В момент конечного роста они не могут играть решающую роль, скорее могут использоваться, как поддерживающее лечение. Сила эластиков ослабевает уже после 12 часов непрерывного ношения. Вызывают протрузию нижних резцов и экструзию верхних моляров, что может приводить к некоторому наклону окклюзионной плоскости. Не всегда показаны при вертикальном компоненте роста. В данной группе удалось провести перемещение зубов на 2,5+0,3мм. Для достижения такого результата требовалось достаточно длительное время, от 3-х месяцев и более. Необходимый результат был получен у 3 пациентов из 7, что указывает на проблемы с кооперацией.

Во второй группе обследуемые пациенты проходили лечение с применением дистализаторов, которые фиксировались на 2-х постоянных премолярах и 1-х молярах верхней челюсти с помощью колец. На протяжении всего периода лечения ежедневно осуществляли активацию винта дистализатора на четверть оборота (0,1 мм) против часовой стрелки.

В данной группе удалось добиться смещения на 3,5±1,2 мм для клыков с двух сторон, также отмечена нормализация положения моляров до I класса по Энгля. Динамика угловых и линейных параметров на примере пациента М. показана на рисунках 1–2.

Пациенты этой группы требовали тщательного наблюдения со стороны врача-ортодонта. Возникали жалобы на значительный дискомфорт при ношении аппарата и неудобство при соблюдении гигиены полости рта, при произношении. У 2-х пациентов произошла расцементировка аппарата и деформация опорных колец. Полученный результат от дистализации не был сохранен на 100%, потому что требовалось удержать полученное перемещение при переходе на брекеты.

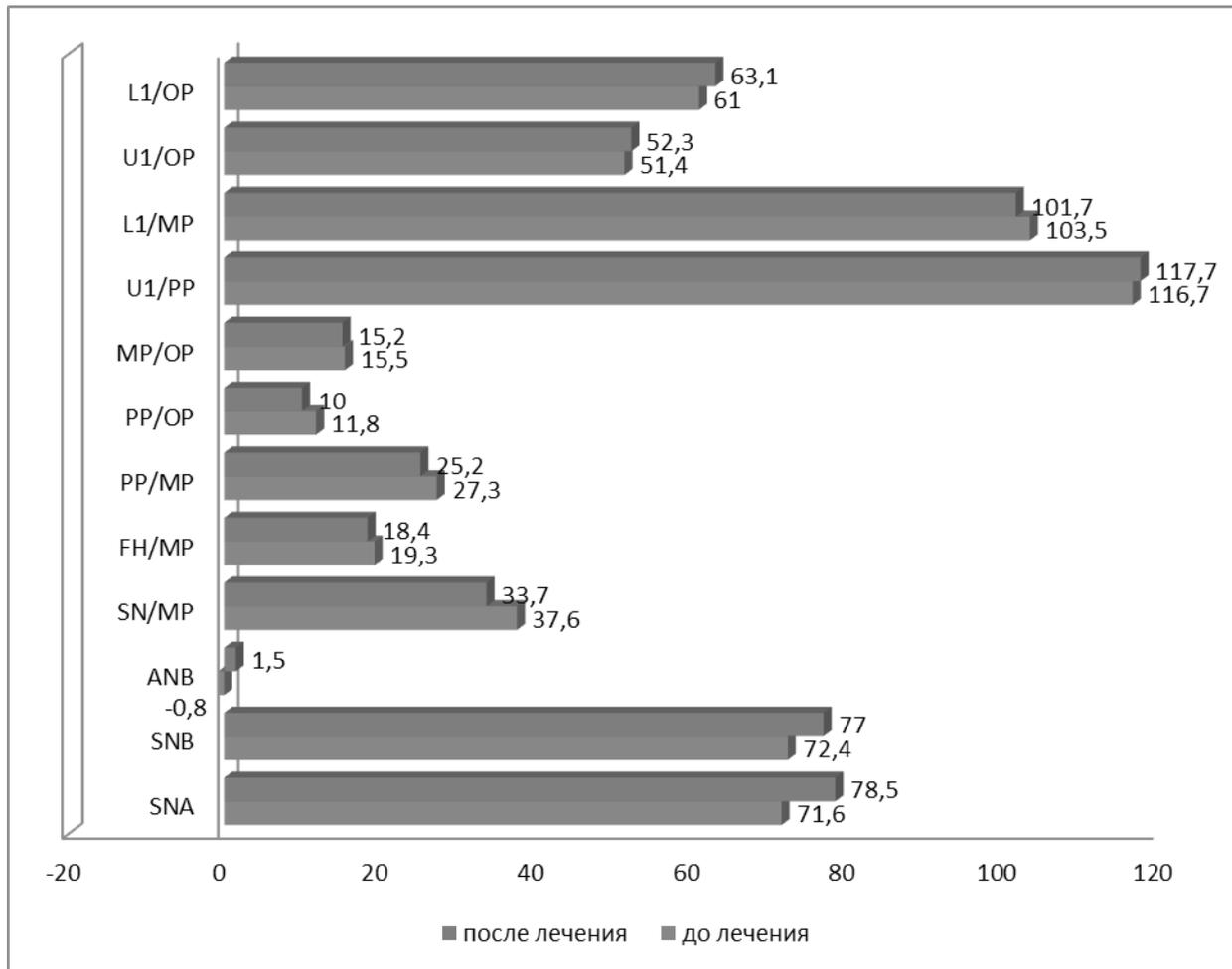


Рис. 1. Динамика угловых параметров пациента М. после проведенного лечения

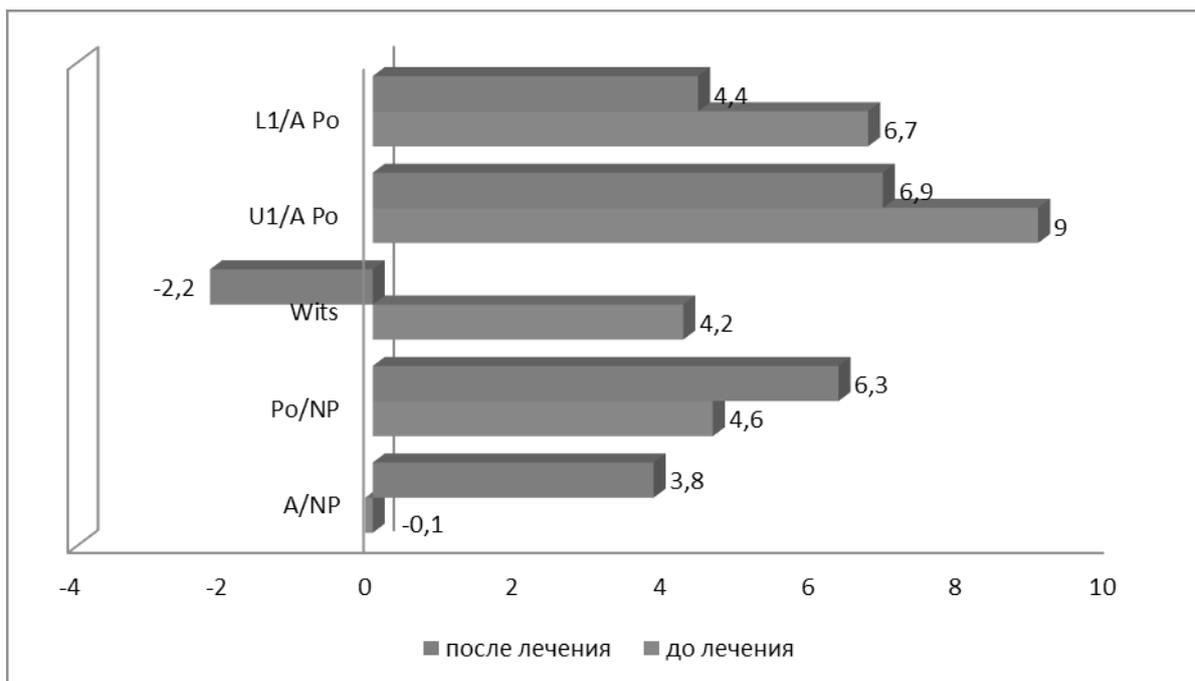


Рис. 2. Динамика линейных параметров пациента М. после проведенного лечения

В третьей группе наблюдались наиболее компенсированные результаты между дистализацией зубных рядов и комфортом для пациента. Аппарат CS2000 не мешал проводить гигиенические процедуры в полости рта, не нарушал дикцию и позволял получить перемещение зубов на 2,8 + 0,4мм за короткий срок.

Заключение

Таким образом, в результате исследования показано, что использование для дистализации зубного ряда

аппарата CS2000 — это современный и эффективный метод лечения дистооокклюзии, который позволяет добиться хороших результатов в короткие сроки. Аппарат CS2000 позволяет создать в зубной дуге место для премоляров, клыков, нормализовать межчелюстные взаимоотношения, не оказывая побочного воздействия. Данная методика может быть рекомендована в случаях, когда невозможно использование абсолютной опоры в виде ортодонтического мини винта, когда отсутствует возможность применения внеротовой тяги, а также при недостаточной кооперации пациента и врача.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубарева А.В., Рабинович Э.М., Ахмадуллина Э.С. Стоматологические заболевания и качество жизни у студенческой молодежи. В сборнике: Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы. Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 5 частях. 2018. С. 164–167.
2. Зубарева А.В., Балаева З.М., Халикова Г.Х. Взаимосвязь зубочелюстных аномалий и качества жизни. Уральский научный вестник. 2018. Т. 4. № 2. С. 43–46.
3. Аверьянов С.В., Зубарева А.В. Оценка уровня качества жизни лиц молодого возраста с зубочелюстными аномалиями. В сборнике: Актуальные вопросы стоматологии детского возраста. 1-я Всероссийская научно-практическая конференция. Сборник научных статей. Казанский государственный медицинский университет; под общей редакцией Салеева Р.А., 2018. С. 20–25.
4. Петрова Н.П. Применение дистализаторов у ортодонтических пациентов с сагиттальными нарушениями. Институт стоматологии. 2012. № 4 (57). С. 68–69.
5. Соколов Н.А., Олейник Е.А., Петрова Н.П., Муравская С.В., Саунина А.А., Швецова М.Д., Петросян Л.Г., Поленс А.А. Цифровые технологии в ортодонтии. Институт стоматологии. 2020. № 2 (87). С. 91–93.
6. Петрова Н.П., Саунина А.А., Соколов Н.А., Свердлова С.В. Вредные привычки детей в ортодонтической практике. Санкт-Петербург, 2022., 94с.

© Соколов Н.А., Петрова Н.П., Олейник Е.А., Муравская С.В., Саунина А.А., Швецова М.Д., Петросян Л.Г., Поленс А.А. (spbpetrova@yandex.ru),

Хади Сухейла-Наталья Аднановна, Хади Селин Хадиевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ ТАКТИКИ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЯТРОГЕННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ГЕПАТИКОХОЛЕДОХА В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

CURRENT APPROACHES TO SURGICAL MANAGEMENT OF IATROGENIC HEPATOCOCHOLEDOCHAL INJURY IN ABDOMINAL SURGERY (LITERATURE REVIEW)

**Ya. Chakhchakhov
B. Gibert
E. Kruchinin
K. Autlev
G. Petukhova
V. Shelomentsev**

Summary. Iatrogenic damage of extrahepatic bile ducts occurs in great number of cases, in spite of continuous works aimed at improvement of operative interventions. The most optimal chosen treatment tactics, and also terms, at which the bile ducts damage is revealed, define efficiency and quality of rendered help to this category of patients. Treatment and management tactics of patients with iatrogenic damage of extrahepatic bile ducts still have many debatable questions, solution of which must improve immediate results of surgical treatment of this category of patients.

Keywords: iatrogenic damage to the common hepatic duct, how to complete the operation, drainage of the hepatic duct.

Чахчахов Янис Ахилесович

Врач-хирург, ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 1»; аспирант, ФГБОУ ВО «Тюменский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России (Тюмень)
yanis_chahchahov@mail.ru

Гиберт Борис Корнеевич

Д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ, ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 1»; ФГБОУ ВО «Тюменский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России, (Тюмень)
gibert@tokb.ru

Кручинин Евгений Викторович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Тюменский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России (Тюмень)
drkru@mail.ru

Аутлев Казбек Меджидович

Д.м.н., ФГБОУ ВО «Тюменский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России (Тюмень)
Amm.med@mail.ru

Петухова Галина Александровна

Врач-эндоскопист, МСЧ «Нефтяник»; аспирант ФГБОУ ВО «Тюменский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России (Тюмень)
galo4ka799@mail.ru

Шеломенцев Владислав Александрович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (Тюмень)
shelomentsevva72@mail.ru

Аннотация. Ятрогенное повреждение внепеченочных желчных протоков встречается в достаточно большом числе наблюдений, несмотря на постоянные работы, направленные на совершенствование оперативных вмешательств. Наиболее оптимальная выбранная лечебная тактика, а также сроки, на которых выявлено повреждение желчных протоков, определяют эффективность и качество оказанной помощи данной категории пациентов. Лечение и тактика ведения пациентов с ятрогенным повреждением внепеченочных желчных протоков по-прежнему имеет достаточно большое количество дискуссионных вопросов, решение которых должно улучшить непосредственные результаты хирургического лечения этой категории больных.

Ключевые слова: ятрогенные повреждения общего печеночного протока, способы завершения операции, дренирование печеночного протока.

Актуальность

Основной хирургической патологией в современном обществе остается желчекаменная болезнь, а холецистэктомия проводится у 2,7 миллионов пациентов в год по данным ВОЗ. В Российской Федерации данная операция занимает второе место среди всех оперативных вмешательств на органы брюшной полости [1]. Развитие технологий привело практически к полному переходу от традиционной лапаротомной к лапароскопической технике операции повсеместно, но летальность остается достаточно высокой (1,3–5,1%) и послеоперационные осложнения возникают в 1,5–35% [2]. Высокая распространенность заболевания в России и во всем мире показывает актуальность изучения желчекаменной болезни, методов ее лечения и профилактики осложнений. Ежегодно в России выполняется около 150 тысяч оперативных вмешательств на желчном пузыре и желчевыводящих протоках. Повреждения желчевыводящих протоков, как наиболее тяжелого осложнения операции, наблюдается в 0,1–3,2%. Ятрогенное повреждение желчных протоков (ЯПВЖ) чаще всего происходит при проведении холецистэктомии, при вмешательствах на двенадцатиперстной кишке и поджелудочной железе [3]. В современном мире «золотым» стандартом лечения холецистита, как острого, так и хронического, определен лапароскопический метод холецистэктомии, хотя он имеет гораздо более высокие риски ятрогенного повреждения внепеченочных желчных путей в сравнении с традиционным открытым доступом [4]. При выполнении традиционной холецистэктомии частота ЯПВЖ находится в пределах 0,1–0,5% на протяжении достаточно продолжительного времени. Внедрение и развитие лапароскопической холецистэктомии привело к увеличению случаев ятрогенного повреждения внепеченочных желчных протоков (ВЖП) 1–4,1% [5].

Механизм ятрогенных повреждений

Для открытой холецистэктомии характерными механизмами травмы ВЖП являются пересечение, иссечение, лигирование полное или неполное. С активным внедрением лапароскопического способа операции на желчном пузыре и внепеченочных желчных протоков, появился новый вид повреждения ВЖП ставший патогномичным для этих операций — клипирование общего желчного протока (ОЖП) и/или общего печеночного протока (ОПП) и электрокоагуляционная травма, то есть термический ожог, который в исходе приводит к диатермическому некрозу его стенки [6]. В тоже время не исключена вероятность механической травмы ВЖП при обработке пузырного протока. Также для лапароскопической холецистэктомии стало характерным увеличение случаев высоких поврежде-

ний ВЖП, достигающих по данным некоторых авторов 72%, в то время как для классической холецистэктомии (лапаротомическим доступом) подобные повреждения описаны в среднем у 47,1% оперированных больных [1, 7]. По мнению многих авторитетных авторов, наиболее частыми причинами непреднамеренных повреждений внепеченочных желчных протоков являются индивидуальные особенности и аномалии желчных путей, сосудов в области ворот печени, а также изменения в области шейки желчного пузыря. К последним относят рубцово-спаечную деформацию, воспалительно-инфильтративные изменения, деформации вследствие рубцевания и сращения у шейки желчного пузыря, интраоперационные кровотечения, синдром Миризи (чаще II тип) [8–10]. Следует отметить, что в 13,5–26% встречаются врожденные аномальные расположения желчных путей. Существует отдельный фактор риска повреждения гепатикохоледоха — «опасная хирургия». Это понятие включает в себя: экстренные оперативные вмешательства в ночное время, недостаточная экспозиция и излишняя торопливость хирургов, недостаточная идентификация анатомических структур области ворот печени, некорректное направление тракции дна желчного пузыря и кармана Гартмана, превышение рационального объема в клинически сложных ситуациях, невыполнение интраоперационной холангиографии при имеющихся показаниях, недостаточная квалификация хирурга в выполнении данной категории оперативных вмешательств [4, 11]. Выбор лечебной тактики и метода коррекции возникшего ЯПВЖП зависит от типа и локализации повреждения, его характера и давности.

Классификация повреждений гепатикохоледоха

Все эти параметры в той или иной степени отражены в классификациях повреждений гепатикохоледоха [12]. Так Branum Q. и соавторы в 1993 году предложил делить повреждения желчных протоков на большие повреждения — подразумевающие любое повреждение магистральных желчных протоков, и малые повреждения — повреждение пузырного протока или мелких желчных путей в ложе желчного пузыря. Bismuth H. в 1982 разработана и предложена классификация, которая предполагает оценку длины сохраненной проксимальной культы поврежденного желчного протока [13]. С появлением и развитием лапароскопической техники оперативного вмешательства на органах брюшной полости появились новые виды повреждений, в связи с чем вышеуказанная классификация была дополнена в 1995 году Strasberg S.M., и стала включать в себя типы повреждения внепеченочных желчных протоков характерных для этого вида вмешательства, среди которых выделяются две базисные категории: повреждения с нарушением магистрального оттока желчи и поврежде-

дения без нарушения магистрального оттока желчи. Последние, в свою очередь, в соответствии с классификацией по Bismuth, подразделяются на подтипы от E1 до E5. В хирургической практике данная классификация получила широкое распространение ввиду того, что более адаптирована к мультидисциплинарному подходу в лечении повреждений ВЖП. Но в то же время она в полной мере не охватывает все возможные виды повреждений желчных протоков. По этой причине, в 2000 году Neuhaus P с соавторами предложил классификацию, включающую типы повреждений A, B, C, D и E, которые также делятся на подтипы [14–16]. В России в 2002 году Э.И. Гальпериным была предложена и получила распространение классификация, которая представляет собой модификацию Bismuth и дает возможность дифференцированно использовать различные варианты билиодигестивных анастомозов при выполнении реконструктивных операций, данная классификация была модифицирована в 2009 году [12]. В 19–27% случаев ЯПВЖП имеет место комбинированное повреждение желчных протоков и кровеносных (артериальных и венозных) сосудов. Ни одна из представленных выше классификаций не отражает данные варианты повреждений. Различными авторами в разное время предложены классификации, учитывающие повреждение сосудов. Наиболее подробно это отражено в Ганноверской классификации Bektas H., предложенной в 2007 году, включающую пять типов (A, B, C, D, E и их подтипы) и предусматривающую 21 вариацию повреждения желчных путей [9, 17]. В 2013 году Европейской ассоциацией эндоскопической хирургии (EAES) предложена и утверждена классификация повреждений желчных протоков, которая предполагает оценку по семи критериям. Ятрогенные повреждения желчных протоков могут быть выявлены как интраоперационно, так и в послеоперационном периоде, а в 23–41% случаев — уже на амбулаторном этапе после выписки из медицинской организации, где было выполнено оперативное вмешательство [7, 18]. В зависимости от типа и характера ятрогенного повреждения желчных путей будут и соответствующие клинические проявления. При невыявленном интраоперационно полном или неполном пересечении ВЖП у пациента чаще всего возникает клиническая картина желчного перитонита: болевой синдром в животе, который носит распространенный характер и чаще с правой стороны; дефанс мышц передней брюшной стенки в совокупности со слабовыраженными перитонеальными симптомами. Распространенного перитонита может не быть при условии наличия функционирующего дренажа брюшной полости, осуществляющего экстраабдоминальное желчеотведение [19, 20]. Повреждения, несвязанные с нарушением целостности стенки протока и вскрытия его просвета, возникают при клипировании в случае лапароскопических вмешательствах и лигиро-

вании чаще всего при открытых вмешательствах, в том числе из мини-доступа. Также к ним относятся и стриктуры вследствие диатермических ожогов стенки протока. В том числе, данные типы повреждений бывают как полные, так и неполные. В первом варианте в раннем послеоперационном периоде развивается классическая картина механической желтухи: болевой синдром в правом подреберье и эпигастрии различной выраженности, подпеченочная желтуха, возможны лихорадка и ознобы в рамках холангита. Для второго варианта более характерно появление первых клинических и лабораторных проявлений спустя достаточно длительное время — от нескольких недель до нескольких месяцев. Особое место занимают ожоговые стриктуры, которые относятся к поздним осложнениям, так как ожоговый рубец формируется в течении многих месяцев и даже нескольких лет [3, 12, 19].

Инструментальные методы диагностики

Инструментальные диагностические методы являются ведущими в установке точного диагноза ятрогенного повреждения желчных протоков и определяют выбор лечебного алгоритма больного. С диагностической целью ЯПЖП применяются неинвазивные и инвазивные методы инструментальных исследований. К первой категории относятся: ультразвуковые исследования, компьютерная томография, магнитно-резонансные исследования, гепатобилиарная сцинтиграфия. Ко второй: фистулография, чрескожная чреспеченочная холангиография, ретроградная холангиопанкреатография, диагностическая лапароскопия [21]. Ультразвуковое исследование органов брюшной полости является начальным методом диагностического поиска предполагаемого повреждения печеночных протоков. Один из характерных признаков при обтурационной желтухе — эктазия протоковой системы печени, выявляемая в 72–89%. В 96% случаев выявляются жидкостные скопления или полостные образования печени [1, 5]. Гораздо большей информативностью и достоверностью обладает магнитнорезонансная панкреатикохолангиография. МРТ печени с одномоментным использованием внутривенной холангиографии позволяет с достоверностью до 96% определить уровень и характер повреждения желчных протоков. По мнению ряда зарубежных авторов, внутривенная холангиография, в совокупности с МСКТ при исследовании протоковой системы печени, является альтернативой ЭРХПГ и позволяет от нее отказаться в случаях, когда есть ограничения или противопоказания для этого инвазивного метода исследования [18]. После реализации диагностического алгоритма, исходом которого является установленный диагноз повреждения желчного протока, принимается решение об объеме и виде оперативного

лечения выявленного ятрогенного повреждения в зависимости от давности, типа, вида и характера травмы.

Выбор тактики оперативного вмешательства

Существует два основных типа оперативных вмешательств при повреждении желчных протоков: восстановительные и реконструктивные. Вне зависимости от выбранной тактики лечения, она должна соответствовать ряду требований: минимальная травматичность, адекватная декомпрессия билиарной системы [15, 16]. К группе реконструктивных операций относятся все варианты билиодигестивных анастомозов, а к группе восстановительных — оперативные вмешательства, восстанавливающие физиологический пассаж желчи. Критериями выбора, определяющими вид оперативного пособия для устранения последствий повреждения желчных протоков (ПЖП), должны служить: уровень повреждения, протяженность и степень обтурации и/или стриктуры, сроки выявления, состояние стенок протоков, на которых планируется вмешательство, инфильтративно-воспалительные изменения в зоне планируемого вмешательства, тяжесть состояния пациента, наличие сопутствующих экстраабдоминальных заболеваний, требующих коррекции [3, 22]. Восстановительные вмешательства при ПЖП применяются в ранние сроки выявления и могут быть первичными, однако более чем в 73–98% случаев в отдаленные периоды происходит его рубцовое стенозирование по линии шва вплоть до окклюзии, что требует повторных операций или же применения различных вариантов длительного (до 2 лет) каркасного дренирования [10, 21, 23]. Краевое неполное повреждение гепатикохоледоха (малое неполное повреждение согласно классификации EAES) — достаточно редкое и одно из наиболее прогностически благоприятных видов повреждений, встречающееся в 1,5–3% случаев. При данной патологии предпочтительно ушивание дефекта с обязательным каркасным дренированием (по Керу, Вишневному, Холстеду) с целью профилакирования формирования структуры [1]. Билиобилиарный анастомоз — применим только в 6–10% пациентов с ПЖП, так как для его адекватного формирования необходима достаточная ширина протока (более 5–6 мм), отсутствие натяжения проксимального и дистального отделов гепатикохоледоха и обязательное длительное каркасное дренирование Т-образным дренажом. При этом, с целью профилактики формирования лигатурных конкрементов протока и его стенозирования, формирование билиарного анастомоза «конец в конец» необходимо с помощью техники прецизионного шва. В случаях, когда диаметр холедоха 4 мм и меньше, стенка его тонкая, то целесообразно двухэтапное реконструктивное оперативное лечение. В тех случаях, когда одномоментное

вмешательство невозможно, операцию необходимо завершать формированием наружного желчного свища посредством наружного дренирования проксимального отдела гепатикохоледоха. Первым этапом наружное дренирование проксимального отдела гепатикохоледоха, вторым — сама реконструктивная операция не ранее чем 1,5–3 месяца [8, 24]. Реконструктивная операция — вид оперативного вмешательства, при котором осуществляется внутреннее дренирование ПЖП путем формирования билиодигестивного соустья. Описаны анастомозы желчных путей с желудком, ДПК и тощей кишкой. В первых двух вариантах недостатком является то, что имеется склонность к рубцеванию сформированного соустья, также развитию проксимально направленных рефлюкс-холангитов вплоть до формирования холангиогенных абсцессов и билиарного сепсиса, что гораздо реже наблюдается в третьем случае [4, 9]. Когда ятрогенная травма внепеченочных протоков выявлена в позднем периоде (более 2–3 недель), в условиях местного подпеченочного желчного перитонита, оперативное вмешательство должно быть завершено наружным дренированием протока, так как имеет место высокий риск несостоятельности билиобилиарного и билиодигестивных анастомозов, поэтому первичное выполнение восстановительно-реконструктивного этапа не выполняется [3, 14]. В случае механической желтухи при поздно (2–3 недели) диагностированным ЯПВЖП вследствие лигирования или клипирования, а также рубцового стенозирования при отсутствии явлений перитонита и инфильтративно-воспалительных изменений в зоне ворот печени, приемлемо первичное хирургическое вмешательство [17]. Билиобилиоанастомозы при поздней диагностике ятрогенной травмы желчных путей выполняются крайне редко, зачастую ввиду отсутствия возможности и необходимости длительного каркасного дренирования. Имеется достаточно большой опыт подобных операций с неудовлетворительными результатами, в следствии чего данная методика применяется хирургами крайне ограниченно [9, 17]. Гораздо более широкое применение с целью коррекции ЯПЖП имеют различные виды реконструктивных вмешательств. Операцией выбора считается формирование соустья между желчным протоком и петлей тощей кишки одним из способов: по Брауну с межкишечным соустьем или с выключенной петлей по Ру. В ряде случаев, для профилактики стенозирования анастомоза соустье формируется на стенке. В случаях повреждения конfluence (уровень 0 по Э.И. Гальперину) для профилактики синдрома «недренируемой печеночной доли» обязательно формирование билиодигестивного соустья с применением двух стентов или одного U-образного дренажа с заведением их в долевы протоки и формированием дополнительного межкишечного анастомоза для создания шпоры с целью предотвращения миграции дре-

нажа [5, 25]. В ряде случаев, когда формирование билиодигестивных анастомозов невозможно, применяется вынужденная мера — формирование фистулодигестивного соустья, который дает высокую частоту рецидивов. Бужирование стеноза с оставлением стента применяется при стриктурах долевых протоков, особенно у тяжелобольных пациентов, что делает вероятность рецидива стеноза протока меньше [5, 9]. Применение стентов, изготовленных из биodeградируемых материалов, является весьма перспективным и обоснованным направлением билиарной хирургии [3, 15]. С целью профилактики стенозирования билиодигестивного соустья применяется чрезкожный чрезпеченочный сменный дренаж, концы которого проводятся через билиодигестивный анастомоз, печень, петлю тощей кишки, и через контрапертурные отверстия выводятся на переднюю брюшную стенку. Устанавливаемый с этой целью дренаж, находится в просвете протоковой системы печени длительное время (более 3 месяцев), вследствие чего, а также биологической несовместимости

материалов, из которых они изготавливаются, происходит инкрустация пигментами и солями желчи, приводя их в негодность, что требует их замены [5, 19].

Заключение

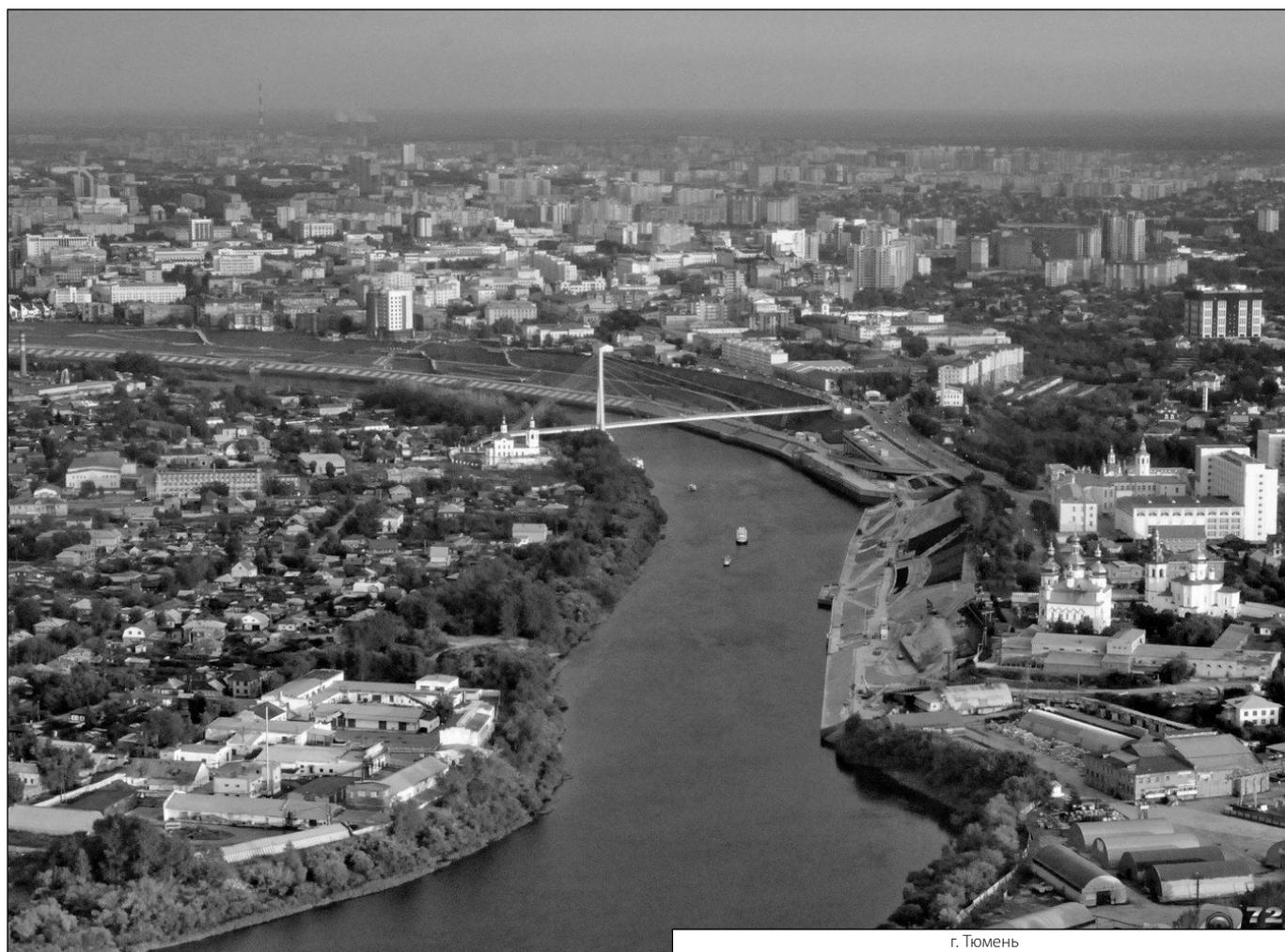
В настоящее время, проблема ятрогенного повреждения внепеченочных желчных протоков остается актуальной, несмотря на постоянные работы, направленные на совершенствование оперативных вмешательств. Также приходится констатировать что, на сегодняшний день в Российской Федерации не существует общепринятого и утвержденного лечебно-диагностического алгоритма при ятрогенном повреждении внепеченочных желчных протоков. Тактика ведения и лечения пациентов с ятрогенным повреждением внепеченочных желчных протоков все еще остается предметом дискуссии в научном сообществе, несмотря на обширный накопленный опыт хирургического лечения данной патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлова С.А., Дрожжилов М.А., Сарсенбаев Б.Х., Нусратов М.И., Кондратьева Т.Ф. Ятрогенные повреждения холедоха — цена ошибки // Материалы пленума правления ассоциации гепатопанкреатобилиарных хирургов стран СНГ при участии Главных внештатных специалистов-хирургов регионов России. — Челябинск, 2016. — С. 69–70.
2. Курбанов Д.М., Расулов Н.И., Ашулов А.С. Осложнения лапароскопической холецистэктомии // Новости хирургии. — 2014. — № 3(22). — С. 366–373.
3. Горохова А.А., Хмара М.Б., Козлов В.В. Лечение ятрогенных повреждений гепатикохоледоха // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2017. — № 6(7). — С. 1338–1341.
4. Новиков Ф.Н., Ткаченко А.А., Воробей И.А., Воробей А.В., Допирак А.В., Брыленко И.Л. Повреждения поджелудочной железы как компонент сочетанной и множественной травмы // Хирургия Украины. — 2009. — № 4(32). — С. 37–41.
5. Майстренко Н.А., Шейко С.Б., Стукалов В.В., Казакевич Г.Г., Басос С.Ф. Малоинвазивные вмешательства в лечении больных с повреждениями желчных протоков // Вестник Российской военно-медицинской академии. — 2008. — № 3(23). — С. 37–43.
6. Аутлев К.М., Кручинин Е.В., Алиев В.Ф., Жабелов Р.О., Аутлев М.К., Козлов М.В., Мокин Е.А., Алекберов Р.И., Лукашенко А.В. Случай атипичного расположения структур гепатодуоденальной зоны // Медицинская наука и образование Урала. — 2019. — № 20(97). — С. 108–110.
7. Пахомова Р.А., Кочетова Л.В. Высокие стриктуры гепатикохоледоха // Московский хирургический журнал. — 2017. — № 4(56). — С. 28–32.
8. Антоненко Ф.Ф., Иванова С.В., Марухно Н.И., Гуляева Т.И., Поризкий Е.А. Как изменили хирургию печени и желчевыводящих путей у детей современные эндоскопические, малоинвазивные и навигационные технологии (50 летний опыт) // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. — 2018. — № 2(8). — С. 12–13.
9. Аутлев К.М., Дмитриев А.В., Кручинин Е.В., Ефанов А.В., Зайцев Е.Ю., Жабелов Р.О., Дорохина О.И. Современные подходы к диагностике и лечению леомиом желудка. Описание собственного клинического случая // Медицинская наука и образование Урала. — 2017. — № 18(89). — С. 61–63.
10. Гальперин Э.И., Чевокин А.Ю. Факторы, определяющие выбор операции при «свежих» повреждениях магистральных желчных протоков // Анналы хирургической гепатологии. — 2009. — № 1(14). — С. 49–56.
11. Старков Ю.Г., Выборный М.И., Джантуханова С.В., Замолодчиков Р.Д., Хон Е.И. Эндоскопическое лечение хирургической травмы правого долевого желчного протока. Клинический случай // Высокотехнологическая медицина. — 2018. — № 3(5). — С. 4–10.
12. Гальперин Э.И., Чевокин А.Ю. «Свежие» повреждения желчных протоков // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. — 2010. — № 10. — С. 4–10.
13. Bismuth H., Majno P.E. Biliary strictures: Classification based on the principles of surgical treatment. World Journal of Surgery. — 2001. — Vol. 25. — No. 10. — P. 1241–1244.
14. Белоконев В.И., Хункуй И., Ковалева З.В., Николаев А.В., Салем А.И. Выбор способа операции у больных со «свежей» травмой и стриктурами гепатикохоледоха // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. — 2013. — № 2(26). — С. 42–54.
15. Белоконев В.И., Хункуй И., Ковалева З.В. Тактика и хирургические подходы лечения больных со «свежей» травмой и стриктурами гепатикохоледоха // Тольяттинский медицинский консилиум. — 2013. — № 3–4. — С. 18–24.
16. Петров В.С., Тобохов А.В., Николаев В.Н. Интраоперационные повреждения внепеченочных желчных протоков // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Медицинские науки. — 2016. — № 3(4). — С. 70–73.

17. Назаров Ф.Н., Ахмедов А.А., Гульмурадов Т.Г. Сравнительная оценка результатов традиционной и лапароскопической холецистэктомии // Научно-практический журнал ТИППМК. — 2014. — № 2. — С. 35–41.
18. Ситников В.А., Стяжкина С.Н., Ибрагимов Д.Р., Касимова Н.Р. Ятрогенная как причина постхолецистэктомического синдрома // Пермский медицинский журнал. — 2020. — № 2(37). — С. 41–47.
19. Чахчахов Я.А., Гиберт Б.К. Особенности тактики и хирургического вмешательства при свежем ятрогенном повреждении общего печеночного протока // Медицинская наука и образование Урала. — 2021. — № 2(106). — С. 136–140.
20. Donatelli G. Combined endoscopic and radiologic approach for complex bile duct injuries // Gastrointestinal endoscopy. — 2014. — Vol. 79. — No. 5. — P. 855–864.
21. Белоконев В.И., Ковалева З.В., Эрдели Ю.И., Вовк А.В., Губский В.М. Некоторые проблемы диагностики и лечения пациентов с повреждениями гепатикохоледоха в зависимости от локализации // Вестник Академии медицинских наук Таджикистана. — 2017. — № 4(24). — С. 12–18.
22. Майстренко Н.А., Ромащенко П.Н., Алиев А.К., Сибирев С.А. Острое повреждение желчевыводящих протоков // Вестник Российской военно-медицинской академии. — 2016. — № 1(53). — С. 124–130.
23. Agarwal V.B. Results of laparoscopic cholecystectomy without energized dissection: A prospective study // International Journal of Surgery. — 2010. — Vol. 8. — No. 2. — P. 167–172.
24. Стяжкина С.Н., Муллахметова А.А., Падерина А.С. Клинический случай ятрогенной травмы гепатикохоледоха, осложненный механической желтухой и печеночной недостаточностью // Дневник науки. — 2020. — № 4(40). — С. 14.
25. Gouma D.J., Obertop H. Management of bile duct injuries: Treatment and long term result // Digestive Surgery. — 2002. — Vol. 19. — No. 21. — P. 117–122.

© Чахчахов Янис Ахилесович (yanis_chahchahov@mail.ru), Гиберт Борис Корнеевич (gibert@tokb.ru),
Кручинин Евгений Викторович (drkru@mail.ru), Аутлев Казбек Меджидович (Amm.med@mail.ru),
Петухова Галина Александровна (galo4ka799@mail.ru), Шеломенцев Владислав Александрович (shelomentseva72@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Тюмень

ОСОБЕННОСТИ ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВРОЖДЕННЫХ И ПРИОБРЕТЕННЫХ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ГРЫЖ ОСНОВАНИЯ ЧЕРЕПА

FEATURES OF THE HISTOLOGICAL STRUCTURE OF CONGENITAL AND ACQUIRED CRANIAL HERNIAS OF THE SKULL BASE

N. Chernikova
M. Ryzhova
L. Satanin
G. Snigireva
E. Shelesko
A. Sakharov

Summary. Basal craniocerebral hernia is a rare pathology characterized by protrusion of the substance of the brain and its membranes through a defect in the base of the skull, which occurs as a congenital malformation or as a result of trauma or surgery.

Objective: to analyze the clinical data of patients with basal meningoencephalocele and the results of histological examination to search for clinical and morphological correlations in patients with congenital and acquired craniocerebral hernias.

Material and Methods: a retrospective analysis of a series of 34 patients aged 0 to 18 years with basal meningoencephalocele who underwent surgical treatment at the N.N. Burdenko in the period from 2008 to 2020, who underwent a histological examination. Patients were divided into two groups: group 1 — patients with congenital meningoencephalocele (19 cases — 55.9%), group 2 — patients with acquired meningoencephalocele (15 cases — 44.1%)

Results: when comparing histological findings by etiology, there were regularities. According to the state of the nasal mucosa and submucosa in congenital meningocele, hypertrophied glands were more common (14–73.7% of cases) than in traumatic hernias (5–33.3% of cases) $p=0.036$. With traumatic hernias, bone fragments were observed in the preparations — 6 (40%) cases, which was not detected in congenital meningocele $p=0.004$. Differences in the state of the brain tissue were found in the groups: in congenital meningoencephalocele, glial hyperplasia was more common — 15 (78.9%) cases than in acquired meningocele — 1 (6.7%), $p<0.001$. In traumatic meningocele, biopsy specimens showed signs of cerebral detritus — 4 (26.7%) cases, which was not observed in congenital meningoencephalocele $p=0.03$.

Conclusions: histological examination reveals specific manifestations characteristic of basal craniocerebral hernias of different

Черникова Надежда Алексеевна

Соискатель, ФГАУ «Национальный медицинский
исследовательский центр нейрохирургии им. акад.

Н.Н. Бурденко»

Chernikhope@gmail.com

Рыжова Марина Владимировна

Д.м.н., н.с., ФГАУ «Национальный медицинский
исследовательский центр нейрохирургии им. акад.

Н.Н. Бурденко»

MRyzhova@nsi.com

Сатанин Леонид Александрович

К.м.н., н.с., ФГАУ «Национальный медицинский
исследовательский центр нейрохирургии им. акад.

Н.Н. Бурденко»

Lsatanin@nsi.com

Снигирева Галина Петровна

Д.б.н., н.с., ФГАУ «Национальный медицинский
исследовательский центр нейрохирургии им. акад.

Н.Н. Бурденко»

GSnigireva@nsi.com

Шелеско Елизавета Владимировна

К.м.н., н.с., ФГАУ «Национальный медицинский
исследовательский центр нейрохирургии им. акад.

Н.Н. Бурденко»

Eshesko@nsi.com

Сахаров Александр Владимирович

Н.с., ФГАУ «Национальный медицинский
исследовательский центр нейрохирургии им. акад.

Н.Н. Бурденко»

asaharov@nsi.com

Аннотация. Базальные черепно-мозговые грыжи — редкая патология, характеризующаяся выпячиванием вещества мозга и его оболочек через дефект основания черепа, возникающая как врожденный порок развития или в результате травмы, или хирургического вмешательства. Для диагностики менингоэнцефалоцеле выполняют ЛОР-осмотр, эндоскопическое исследование, рентгенологические методы — КТ, МРТ. Гистологическое исследование необходимо для подтверждения менингоэнцефалоцеле и дифференциального диагноза с опухолевым процессом.

Цель: анализ клинических данных пациентов с базальными менингоэнцефалоцеле и результатов гистологического исследования для поиска клинико-морфологических корреляций у пациентов с врожденными и приобретенными черепно-мозговыми грыжами.

Материал и методы: ретроспективный анализ серии из 34 пациентов в возрасте от 0 до 18 лет с базальными менингоэнцефалоцеле, проходивших

pathogenesis. Congenital meningoencephaloceles are distinguished by the presence of glial hyperplasia in the preparations; in traumatic meningoencephaloceles, cerebral detritus is noted. Mucosal changes in congenital meningoencephalocele are due to the presence of a large number of glands, which is associated with the age of patients. With traumatic defects in the mucosa, bone fragments were more common, which may prevent the cessation of liquorrhea.

Keywords: meningoencephalocele, encephalocele, meningocele, skull base, histological examination.

хирургическое лечение в ФГАУ НМИЦН им. Н.Н. Бурденко в период с 2008 по 2020 годы, которым выполнялось гистологическое исследование. Пациенты разделены на две группы: 1 группа — пациенты с врожденными менингоэнцефалоцеле (19 наблюдений — 55,9%), 2 группа — пациенты с приобретенными менингоэнцефалоцеле (15 наблюдений — 44,1%)

Результаты: при сопоставлении гистологических находок по этиологии имелись закономерности. По состоянию слизистой и подслизистой оболочки полости носа при врожденных менингоцеле чаще встречались гипертрофированные железы (14–73,7% наблюдений), чем при травматических грыжах (5–33,3% наблюдений) $p=0,036$. При травматических грыжах в препаратах наблюдались костные обломки — 6 (40%) наблюдений, чего не было выявлено при врожденных менингоцеле $p=0,004$. В группах найдены различия по состоянию мозговой ткани: при врожденных менингоэнцефалоцеле чаще встречалась глиальная гиперплазия — 15 (78,9%) наблюдений, чем при приобретенных менингоцеле — 1 (6,7%), $p<0,001$. При травматических менингоцеле в биоптатах отмечались признаки мозгового детрита — 4 (26,7%) наблюдений, чего не отмечалось при врожденных менингоэнцефалоцеле $p=0,03$.

Выводы: гистологическое исследование позволяет выявить специфические проявления, характерные для разных по патогенезу базальных черепно-мозговых грыж. Врожденные менингоэнцефалоцеле отличаются наличием в препаратах глиальной гиперплазии, при травматических менингоэнцефалоцеле отмечается мозговой детрит. Изменения слизистой оболочки при врожденных менингоэнцефалоцеле заключаются с наличием большого количества желез, что связано возрастом пациентов. При травматических дефектах в слизистой чаще встречались костные отломки, что может препятствовать прекращению ликвореи.

Ключевые слова: менингоэнцефалоцеле, энцефалоцеле, менингоцеле, основание черепа, гистологическое исследование.

Введение

Базальные черепно-мозговые грыжи — редкая патология, характеризующаяся выпячиванием вещества мозга и его оболочек через дефект основания черепа, возникающая как врожденный порок развития или в результате травмы, или хирургического вмешательства [1].

В зависимости от содержимого грыжевого мешка, выделяют несколько вариантов грыж:

1. менингоцеле — черепно-мозговая грыжа состоит из оболочек головного мозга и спинномозговой жидкости;
2. энцефаломенингоцеле (энцефалоцеле, менингоэнцефалоцеле) — содержимым грыжи является мозговые оболочки и мозговая ткань;
3. гидроэнцефаломенингоцеле (гидроэнцефалоцеле, энцефалоцистоцеле) — грыжевой мешок состоит из оболочек мозга, мозговой ткани и желудочковой системы головного мозга [2].

В патогенезе врожденных черепно-мозговых грыж играют роль несколько этиологических факторов: генетических, инфекционных и эндокринных, которые приводят к нарушению развития нервной трубки эмбриона, в конце первого месяца беременности [3]. Также у пациентов с врожденными черепно-мозговыми грыжами могут быть другие аномалии развития (расщелина мягкого и твердого неба, верхней губы, пороки сердечно-сосудистой, нервной, мочевыделительной систем, гипертелоризм) [4,5].

Приобретенные черепно-мозговые грыжи возникают в результате травмы, когда возникают обширные повреждения костных структур основания черепа. Также менингоцеле могут возникать после операций на структурах основания черепа у пациентов с опухолями [6].

В клинической картине у пациентов с базальными черепно-мозговыми грыжами отмечаются жалобы на выделение прозрачной жидкости из полости носа,

Таблица 1. Характеристики сравниваемых групп

Исследуемый параметр	1 группа (врожденные менингоэнцефалолы)	2 группа (приобретенные менингоэнцефалолы)	p
Количество пациентов	19	15	
Женский пол	4 (21,1%)	5 (33,3%)	0,462
Мужской пол	15 (78,9%)	10 (66,7%)	
Возраст (лет)	3 [1–7,5]	10 [8–13]	0,002
Время между появлением менингоэнцефалоцеле и операцией			
До 1 года	3 (15,8%)	3 (20%)	0,944
1–5 лет	9 (47,4%)	7 (46,7%)	
Более 5 лет	7 (36,8%)	5 (33,3%)	
Клинические данные			
Назальная ликворея	10 (52,6%)	15 (100%)	0,002
Менингит в анамнезе	4 (21,1%)	9 (60%)	0,034
Крупное менингоцеле в полости носа, обтурирующее носовые ходы	14 (73,7%)	5 (33,3%)	0,036
Доступ (%)			
Транскраниальный	3 (15,8%)	1 (6,7%)	0,259
Эндоскопический	13 (68,4%)	14 (93,3%)	
Комбинированный	3 (15,8%)	0 (0%)	
Локализация			
Задняя стенка лобной пазухи	3 (15,8%)	2 (13,3%)	0,362
Решетчатая кость	16 (84,2%)	11 (73,3%)	
Клиновидная пазуха	0 (0%)	2 (13,3%)	

затруднение носового дыхания, нарушение обоняния, деформацию назо-этмоидального комплекса. В ряде случаев могут быть воспалительные осложнения, такие как менингит менингоэнцефалит, венитрикулит, абсцесс головного мозга. [7]

Для диагностики менингоэнцефалоцеле выполняют ЛОР-осмотр, эндоскопическое исследование, рентгенологические методы — КТ, МРТ.

Гистологическое исследование необходимо для подтверждения менингоэнцефалоцеле и дифференциального диагноза с опухолевым процессом.

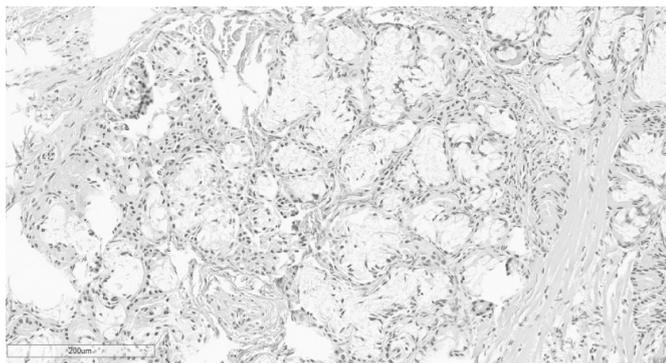
В литературе крайне редко встречаются статьи с описанием клинических данных и гистопатологиче-

ской картины врожденных и приобретенных черепно-мозговых грыж [8].

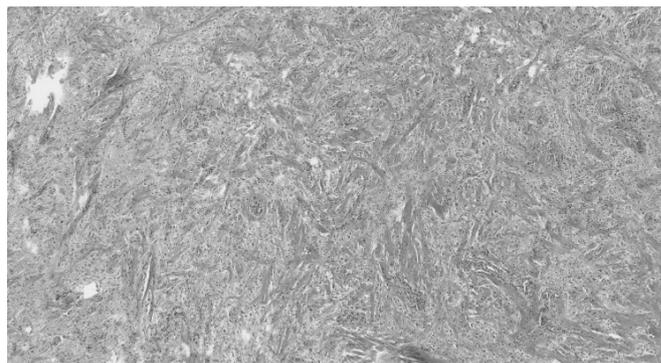
Цель исследования: анализ клинических данных пациентов с базальными менингоэнцефалоцеле и результатов гистологического исследования для поиска клинико-морфологических корреляций у пациентов с врожденными и приобретенными черепно-мозговыми грыжами.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ серии из 34 пациентов в возрасте от 0 до 18 лет с базальными менингоэнцефалоцеле, проходивших хирургическое лечение в ФГАУ НМИЦН им. Н.Н. Бурденко в период с 2008

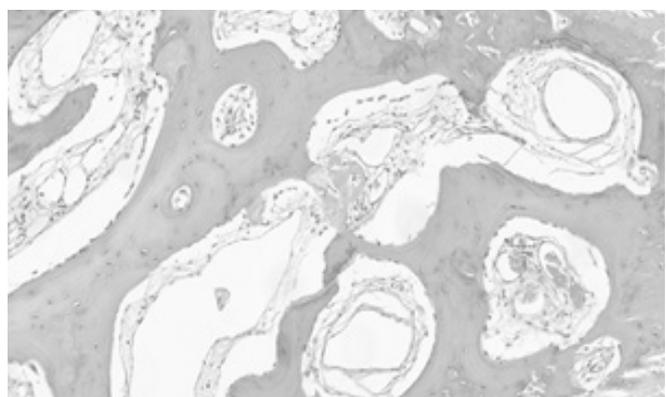


а)

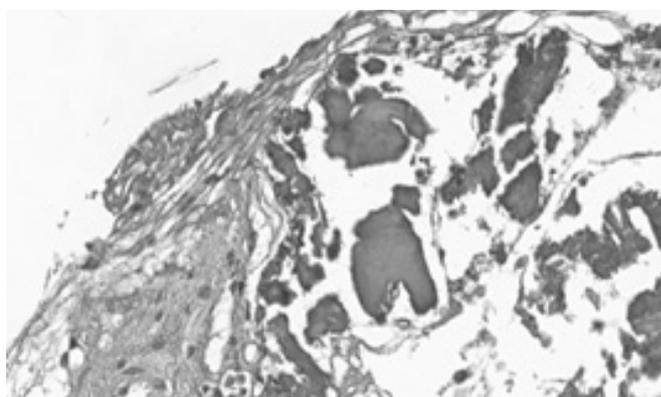


б)

Рис. 1 а, б. Микрофотографии, демонстрирующие особенности, слизистой оболочки полости носа при менингоэнцефалоцеле (Гематоксилин и эозин, x200) 1а гипертрофированные железы 1б фиброз слизистой оболочки

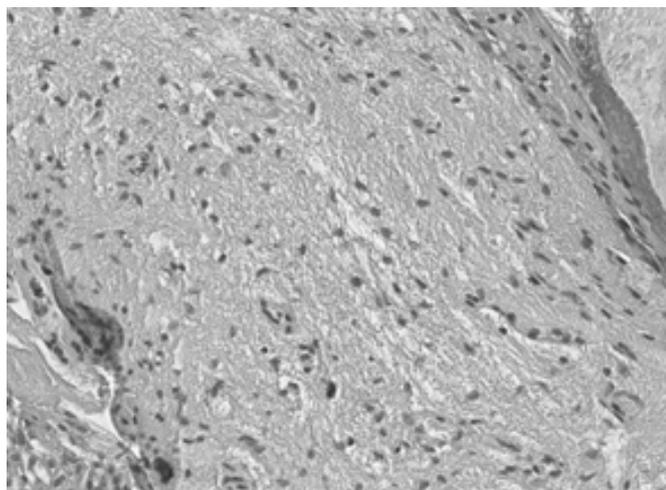


а)

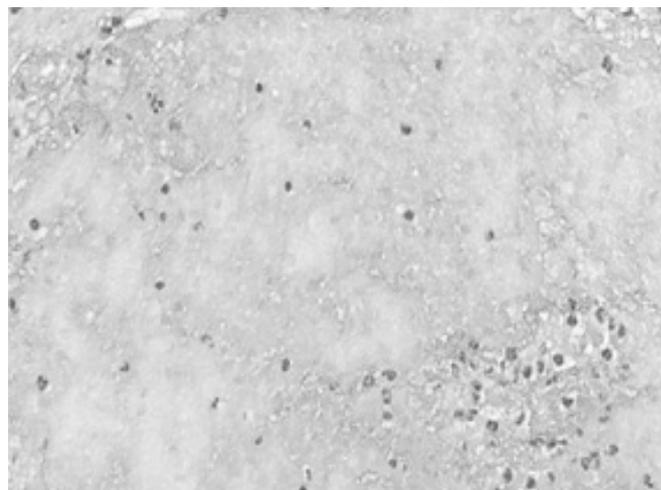


б)

Рис. 2 а, б. Микрофотографии, демонстрирующие особенности приобретенных менингоэнцефалоцеле (Гематоксилин и эозин, x200) 2а Кость с межбалочными пространствами 2б костные осколки в фибризированной слизистой

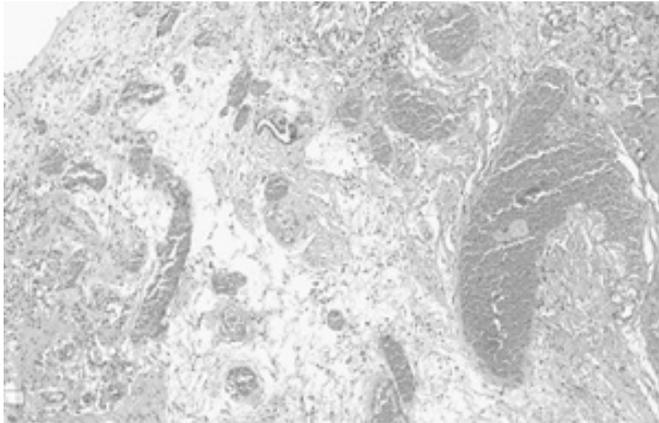


а)

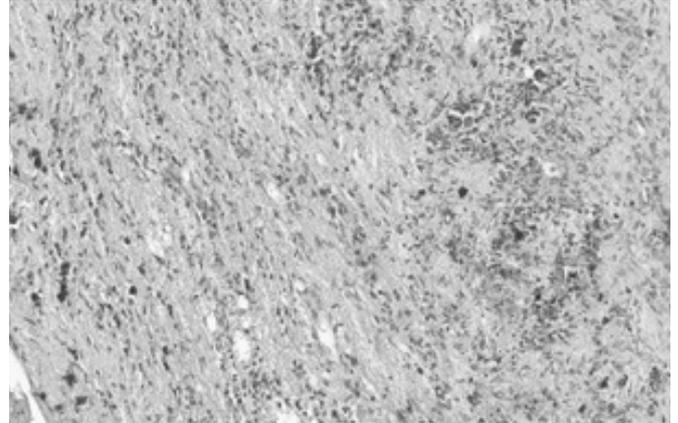


б)

Рис. 3 а, б. Микрофотографии, демонстрирующие различия приобретенных и врожденных черепно-мозговых грыж (Гематоксилин и эозин, x200) 3а глиальная гиперплазия 3б мозговой детрит



а)



б)

Рис. 4 а, б. Микрофотографии, при приобретенных и врожденных черепно-мозговых грыжах (Гематоксилин и эозин, $\times 200$) 4а скопление сосудов в слизистой 4б кровоизлияния различной степени давности

по 2020 годы, которым выполнялось гистологическое исследование.

Пациенты были разделены на две группы по этиологическому фактору:

1 группа — пациенты с врожденными базальными черепно-мозговыми грыжами (19 наблюдений — 55,9%)

2 группа — пациенты с приобретенными базальными черепно-мозговыми грыжами (15 наблюдений — 44,1%)

Характеристики сравниваемых групп представлены в таблице 1

На гистологическое исследование направляли всю удаленную часть грыжевого мешка. Проводилось микроскопическое исследование. Подготовка гистологического материала проводилась в течение 3–4 дней по стандартной методике, включающей фиксацию материала в растворе формалина, обезживание в спиртах, просветление образца в ксилоле, пропитку и заливку парафином. После охлаждения парафиновый блок разрезали на срезы по 5 мкм с помощью микротом, просушивали препарат в термостате, осуществляли депарафинизацию и окрашивали гематоксилином и эозином [8].

Использовались тканевой процессор закрытого типа H/I FLEX 3000 Tissue processor (*HACKER, США*), тканевой заливочный процессор Histoembedder (*Leica, Германия*), ротационный микротом Jung Autocut 2055 (*Leica, Германия*, мощность до 350 срезов в минуту).

При оценке гистологических препаратов обращали внимание на состояние слизистой, подслизистой, мозговых оболочек, содержимого грыжи. Полученные

данные сопоставляли в группах, а также с клинической картиной пациентов, менингитов в анамнезе, локализацией дефекта, доступом.

Статистический анализ

Статистический анализ проводился с использованием точного критерия Фишера и анализа произвольных таблиц сопряженности с использованием критерия хи-квадрат. Проведен анализ литературных источников в целях сравнения полученных нами данных с результатами других исследований.

Результаты

При гистологическом исследовании базальные черепно-мозговые грыжи представляют образование, снаружи покрытое многослойным плоским эпителием или респираторным эпителием с наличием желез. Следующим слоем является мозговые оболочки, которые могут быть травмированы или целостными. Строма представляет фиброзно-сосудистой и глиальной тканью.

При сопоставлении характера гистологических находок по этиологии можно отметить, определенные закономерности (рисунок 1а, б). По состоянию слизистой и подслизистой оболочки полости носа при врожденных менингоцеле чаще встречались гипертрофированные железы (14–73,7% наблюдений), чем при травматических грыжах (5–33,3% наблюдений) $p=0,036$. При этом по фиброзным изменениям в группах не было достоверных различий: в первой группе 17 (73,7%) наблюдений, во второй группе 12 (80%) наблюдений $p=1$. Не выявлено различий в группах по признакам воспаления: 1 группа 15 (78,9%) набл., 2 группа 11 (73,3%) набл., $p=1$.

При травматических грыжах в ряде случаев в препаратах наблюдались костные обломки — 6 (40%) наблюдений (рисунок 2). При врожденных менингоцеле костных обломков не было выявлено $p=0,004$.

Также в группах были найдены различия по состоянию мозговой ткани (рисунок 3 а, б). При врожденных менингоэнцефалоцеле чаще встречалась глиальная гиперплазия — 15 (78,9%) наблюдений, чем при приобретенных черепно-мозговых грыжах — 1 (6,7%), $p<0,001$. При травматических менингоцеле в биоптатах в ряде случаев отмечались признаки мозгового детрита — разможенной мозговой ткани, содержащей частицы вещества мозга, мелкие инородные тела (костные фрагменты) — 4 (26,7%) набл., чего не отмечалось при врожденных менингоэнцефалоцеле $p=0,03$.

В группах не было выявлено достоверных различий по гиалинозу сосудов: 1 группа — 5 (26,3%) набл., 2 группа — 4 (26,7%) набл., $p=1$; наличие кровоизлияний — 1 группа 1 (5,3%), 2 группа 2 (13,3%), $p=0,571$, клеток инородных тел — 1 группа 0 (0%) наблюдений, 2 группа — 2 (13,3%) набл., $p=0,187$. (рисунок 4)

Дискуссия

Гистологическое исследование черепно-мозговых грыж позволяет проводить дифференциальный диагноз, включающий глиому носа, полипы и дермоидные кисты, а также позволяет больше узнать о природе и особенностях этой патологии [10].

Самый ранний задокументированный случай энцефалоцеле относят к XVI веку, когда был описан мертворожденный ребенок с тяжелыми сопутствующими аномалиями костей лица, известный сегодня как синдром Роберта [10]. С тех пор было предложено множество теорий, объясняющих патогенез возникновения врожденных менингоэнцефалоцеле [12–13]. Наиболее широко распространено мнение, что происходит нарушение формирования нервной трубки и остеогенеза, в результате чего нервная ткань выпячивается в области «слабых мест» [14]. Однако, патогенез черепно-мозговых грыж все еще плохо изучен.

Помимо этого, базальные менингоэнцефалоцеле у детей могут быть результатом травмы, когда происходит ущемление костными отломками мозговой ткани и оболочек, либо возникают обширные дефекты структур основания черепа с нарушением процессов регенерации по краям дефекта [15].

Представленное исследование было посвящено изучению гистологических особенностей менингоэнцефалоцеле различной этиологии. По нашим данным

при приобретенных менингоцеле в ряде случаев выявляется мозговой детрит — 26,7%, что является результатом непосредственно травмы. При врожденных черепно-мозговых грыжах у пациентов чаще встречаются признаки глиальной гиперплазии. Li Xue и соавт. [16] проводили изучение гистологического материала у 16 пациентов с менингоэнцефалоцеле основания черепа. В их серии было 3 ребенка, и 13 пациентов старше 18 лет. По этиологии пациенты распределились следующим образом: 4 травматические и 12 спонтанных менингоэнцефалоцеле. Авторы сообщают о признаках фиброза твердой мозговой оболочки и слизистой полости носа, а также скоплении клеток нейроглии (гиперплазии). Скопление глиальных клеток в области менингоэнцефалоцеле говорит о хронической ишемии в области грыжевого мешка [17]. При врожденных менингоэнцефалоцеле не всегда диагноз устанавливают сразу: период между появлением грыжи и операцией может занимать несколько лет. В грыжевом мешке мозговой кровотока, уровень кислорода и уровень глюкозы ниже уровня, необходимого для поддержания жизнеспособности нейрона. По данным Капитанова и соавт. [18] при сопоставлении характера гистологических находок с давностью заболевания отмечают закономерности. При инфильтратах и ангиаматозе слизистой сроки заболевания колебались от 2 до 12 мес. В тех же наблюдениях, когда в удаляемых фрагментах определялась глиальная ткань или фрагменты оболочек мозга (менинго-энцефалоцеле) давность заболевания всегда превышала один год. Что также подтверждает данные нашего исследования.

В нашем исследовании также были выявлены различия в изменениях слизистой оболочки при травматических и врожденных черепно-мозговых грыжах. Большее количество гипертрофированных желез при врожденных менингоэнцефалоцеле связано с тем, что возраст детей в этой группе был меньше ($p=0,002$). Чем младше ребенок, тем выше склонность к отеку самой слизистой, так как еще не развиты пещеристые венозные сплетения

подслизистого слоя нижних носовых раковин и еще не сформирован гуморальный иммунитет [19]. Возрастные особенности строения слизистой оболочки полости носа были определены Петровым В.В. и соавт. на основании морфометрических исследований [20]. На основании анализа данных сообщается о неустойчивости системы полости носа у детей из-за продолжающегося в процессе онтогенеза неравномерного по срокам, темпам и дифференцировке морфо-функциональных структур роста, а следовательно о несовершенстве защитных свойств слизистой носа перед потенциальной угрозой. Были обозначены «критические» возрастные периоды, когда несовершенство защитных

механизмов слизистой особенно выражено: период новорожденности, грудной и ранний детский возраст.

Наиболее значимыми отличиями слизистой оболочки полости носа у детей младшей возрастной группы являлось особенность организации железистых структур с ее гипертрофией. Эти гистологические нюансы сказываются на особенностях течения воспалительных заболеваний и приводят к obturации полости носа слизистым секретом при патологии [21]. Вероятно, гипертрофия железистого эпителия может быть причиной инфекционных осложнений у детей с базальными менингоэнцефалоцеле.

При травматических дефектах в биоптатах наблюдались обломки костей, которые участвуют в патогенезе поддержания активной ликвореи, препятствуя формированию надежного рубцевания и приводят к возникновению менингита. Так в группе травматических базальных черепно-мозговых грыжах менингиты на-

блюдались в 2 раза чаще, чем в группе с врожденными грыжами ($p=0,034$).

ВЫВОДЫ

Гистологическое исследование позволяет выявить специфические проявления, характерные для разных по патогенезу базальных черепно-мозговых грыж.

Врожденные менингоэнцефалоцеле отличаются наличием в препаратах глиальной гиперплазии, при травматических менингоэнцефалоцеле отмечается мозговой детрит.

Изменения слизистой оболочки при врожденных менингоэнцефалоцеле заключаются с наличием большого количества желез, что связано возрастом пациентов. При травматических дефектах в слизистой чаще встречались костные отломки, что может препятствовать прекращению ликвореи.

ЛИТЕРАТУРА

- Капитанов ДН, Шелеско ЕВ, Потапов АА, Кравчук АД, Зинкевич ДН, Нерсесян МВ, Сатанин ЛА, Сахаров АВ, Данилов ГВ Эндоскопическая эндоназальная диагностика и лечение менингоэнцефалоцеле основания черепа. Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко. 2017;81(2):38–47. <https://doi.org/10.17116/neiro201781238-47>
- Ziade G, Hamdan AL, Homsy MT, Kazan I, Hadi U. Spontaneous transtentorial meningoceles in adults: case series with emphasis on surgical management. Scientific World Journal 2016;3238297. <https://doi.org/10.1155/2016/3238297>.
- Suphapeetiporn K, Mahatumarat C, Rojvachiranonda N, Taecholarn C, Siriwan P, Srivuthana S, Shotelersuk V. Risk factors associated with the occurrence of frontoethmoidal encephalomeningocele. Eur J Paediatr Neurol. 2008;12(2):102–7 <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2007.07.005>
- Sirimaharaj W. Internasal: A New Type of Frontoethmoidal Encephalomeningocele. AnnPlastSurg.2018;81(4):423–426. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000001580>.
- Stoll C, Dott B, Alembik Y, Roth MP. Associated malformations among infants with neural tube defects. Am J Med Genet. 2011;155A(3):565–568 <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.33886>.
- Langley A, Lai NA, Flynn C. Traumatic rupture of a nasoethmoidal meningoencephalocele in an adult following a difficult airway scenario J. Anaesth Cases 2014;2(1). <https://doi.org/10.21466/ac.TROANMI.2014>.
- Tirumandas M, Sharma A, Gbenimacho I, Shoja MM, Tubbs RS, Oakes WJ, Loukas M. Nasal encephaloceles: a review of etiology, pathophysiology, clinical presentations, diagnosis, treatment, and complications. Childs Nerv Syst 2013;29(5):739–44. <https://doi.org/10.1007/s00381-012-1998-z>.
- Fujioka M, Tasaki I, Nakayama R, Yakabe A, Baba H, Toda K, Itoh M, Hirano A. Both nasal cerebral heterotopia and encephalocele in the same patient. Cleft Palate Craniofac J. 2006;43(1):112–6. <https://doi.org/10.1597/04-131r.1>.
- Barnes Ed. L, Eveson JW, Reichart P, Sidransky D. WHO Classification of Tumours. Pathology and Genetics of Head and Neck Tumours. Chapt. I. Nasal cavity and paranasal sinuses. Lion, 2005: 9–35.
- Steven RA, Rothera MP, Tang V, Bruce IA An unusual cause of nasal airway obstruction in a neonate: trans-sellar, transsphenoidal cephalocele. J Laryngol Otol 2011, 125:1075–1078
- Abdel-Aziz M, El-Bosraty H, Qotb M, El-Hamamsy M, El-Sonbaty M, Abdel-Badie H, Zynabdeen M Nasal encephalocele: endoscopic excision with anesthetic consideration. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2010, 74:869–873
- Albright AL, Adelson PD, Pollack IF Principles and practice of pediatric neurosurgery, 2nd edn. Thieme, New York 2008
- Vercler CJ, Virgin FW, Rahbar R Encephaloceles. Pediatr Head and Neck Tumors 2014:123–30. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8755-5_16
- Rahbar R, Resto VA, Robson CD, Perez-Atayde AR, Goumnerova LC, McGill TJ, Healy GB Nasal glioma and encephalocele: diagnosis and management. Laryngoscope 2003;113(12):2069–77. <https://doi.org/10.1097/00005537-200312000-00003>.
- Stavrakas M, Karkos PD, Triaridis S, Constantinidis J. Endoscopic management of paediatric meningoencephaloceles: a case series. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2018 Nov;275(11):2727–2731. doi: 10.1007/s00405-018-5116-
- Xuea L, Gehonga D, Yinga W, Jianhuab T, Hongc Zh, Honggang L Nasal meningoencephalocele: A retrospective study of clinicopathological features and diagnosis of 16 patients Annals of Diagnostic Pathology 49 (2020) 151594 <https://doi.org/10.1016/j.anndiagpath.2020.151594>

17. Евзельман МА, Митяева ЕВ, Лашхия ЯБ, Камчатнов ПР Острая церебральная ишемия и воспаление. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. 2019;119(12–2):73–80. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911912273>
18. Капитанов ДН, Лопатин АС Эндоскопическая диагностика и лечение назальной ликвореи М.:» Практическая медицина», 2015 г.
19. Киселев АБ, Чаукина ВА Элиминационная терапия заболеваний носа и околоносовых пазух. Методические рекомендации. Новосибирск — 2007, 11–13
20. Петров В.В. Особенности организации слизистой оболочки полости носа (морфофункциональные и клинические аспекты) Морфология. 2010, 6; 5.
21. Радциг Е.Ю., Богомилский М.Р., Лаберко Е.Л., Ермилова Н.В. Взаимосвязь особенностей строения слизистой оболочки полости носа и способов введения препаратов для лечения ринита у детей первых лет жизни «Педиатрия. журнал им. Г.Н. Сперанского»; 2012.91; 4.83–88

© Черникова Надежда Алексеевна (Chernikhope@gmail.com), Рыжова Марина Владимировна (MRyzhova@nsi.com),
Сатанин Леонид Александрович (Lsatnin@nsi.com), Снигирева Галина Петровна (GSnigireva@nsi.com),
Шелеско Елизавета Владимировна (Eshesko@nsi.com), Сахаров Александр Владимирович (asaharov @nsi.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ДИАГНОСТИКА МАРКЕРОВ ПРИ ВПЧ-АССОЦИИРОВАННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ШЕЙКИ МАТКИ

DIAGNOSIS OF MARKERS IN HPV-ASSOCIATED DISEASES OF THE CERVIX

**A. Yashchuk
R. Zainullina
G. Lyalina**

Summary. The purpose of this study is to review immunohistochemical methods for diagnosing cervical pathology associated with human papillomavirus.

Materials and methods. To search for a literature review, the following keywords were used: immunohistochemistry (IHC), human papillomavirus (HPV), cervical cancer. The inclusion criteria set the time frame from 2015 to 2022. Publications were searched according to these criteria on the following platforms: Web of Science, eLibrary.ru. The results of the analysis of data presented in scientific articles were included in the final text of the review.

Results. The article presents immunohistochemical diagnostic methods, expression of Ki-67 and p16/INK4a markers in the diagnosis of cervical diseases in HPV-associated diseases.

Conclusions. The additional use of IHC studies with Ki-67 and P16/INK4a markers increases the information content of the standard histological examination of cervical biopsy specimens and contributes to the development of adequate tactics for the treatment of patients, especially women of reproductive age.

Keywords: immunohistochemistry (IHC), human papillomavirus (HPV), cervical cancer.

Ящук Альфия Галимовна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России Минздрава России
alfiya-galimovna@mail.ru

Зайнуллина Раиса Махмутовна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России Минздрава России
raisa.bsmu@gmail.com

Лялина Гульнара Зилфировна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России
Минздрава России
davlet_g@mail.ru

Аннотация. Целью данного исследования является обзор иммуногистохимических методов диагностики патологии шейки матки ассоциированной с вирусом папилломы человека.

Материалы и методы. Для поиска литературного обзора использовались ключевые слова: иммуногистохимия (ИГХ), вирус папилломы человека (ВПЧ), рак шейки матки. Критериями включения были заданы временные рамки с 2015 по 2022 гг. Осуществлялся поиск публикаций по данным критериям на следующих платформах: Web of Science, eLibrary.ru. Результаты анализа данных, приведенных в научных статьях, были включены в окончательный текст обзора.

Результаты. В статье представлены иммуногистохимические методы диагностики, экспрессия маркеров Ki-67 и p16/INK4a в диагностике заболеваний шейки матки при ВПЧ-ассоциированных заболеваниях.

Выводы. Дополнительное использование ИГХ-исследования с маркерами Ki-67 и P16/INK4a повышает информативность стандартного гистологического исследования биоптатов шейки матки и способствует выработке адекватной тактики лечения больных, особенно женщин репродуктивного возраста.

Ключевые слова: иммуногистохимия (ИГХ), вирус папилломы человека (ВПЧ), рак шейки матки.

Введение

Высочайшую актуальность в современном мире имеет заболеваемость и смертность от рака шейки матки (РШМ). Злокачественные опухоли репродуктивной системы занимают главенствующее положение в женской популяции, где РШМ занимает

2-е место после рака молочной железы (РМЖ), и 3-е среди смертей женщин. Отмечается неуклонный рост числа злокачественных новообразований в России и в мире. За последние годы достигнуты значительные успехи в профилактике, диагностике и лечении онкологических заболеваний, но многие вопросы все еще недостаточно изучены [1]. По итогам 2018 года Россия

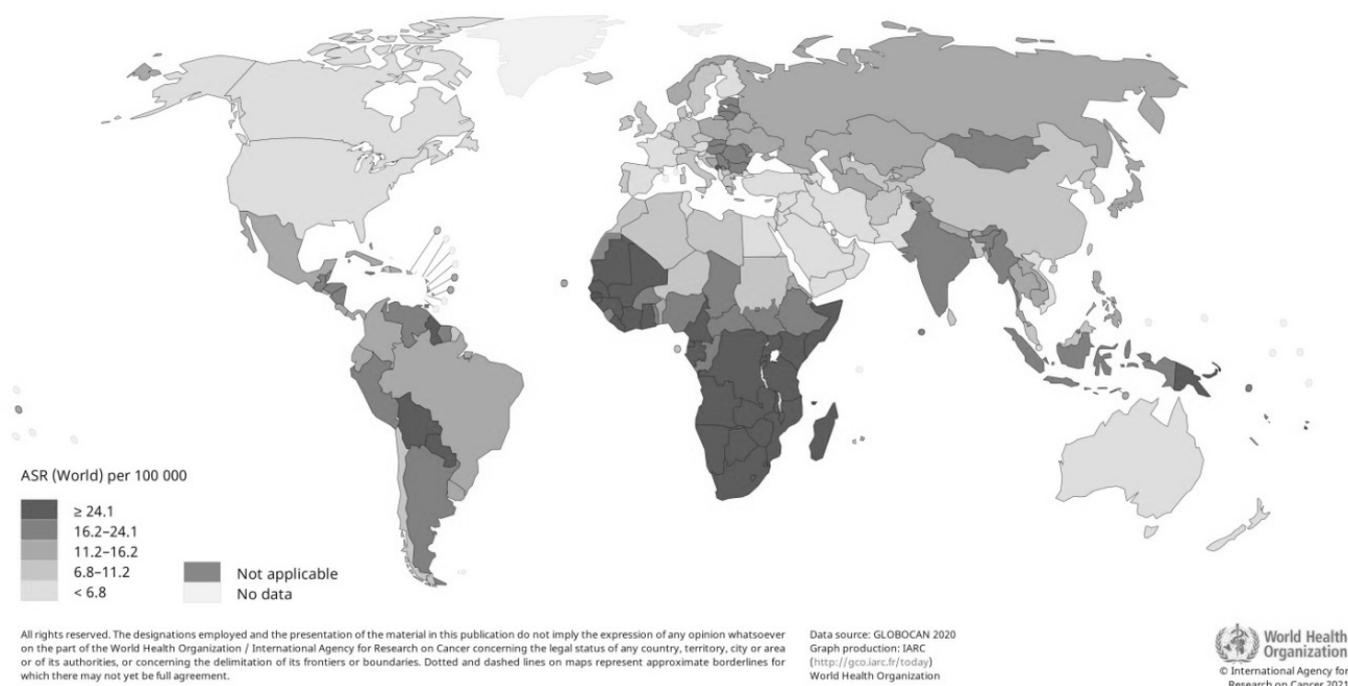


Рис. 1. Стандартизированные показатели заболеваемости РШМ в мире, оценка на 2018 г
Источник: GLOBOCAN МАИР, 2018 г.

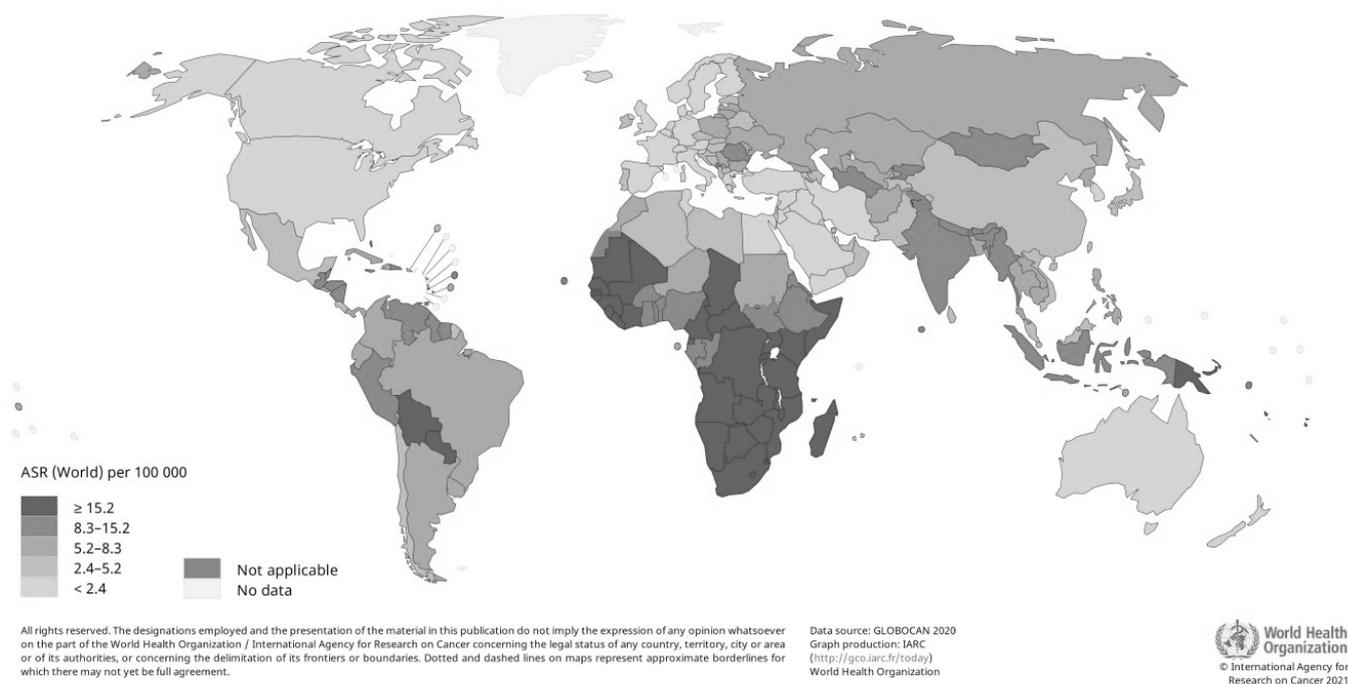


Рис. 2. Стандартизированные показатели смертности от РШМ в мире, оценка на 2018 г.
Источник: GLOBOCAN МАИР, 2018г

заняла пятое место в мировой структуре по смертности онкологических больных — 314,6 тыс. в год (Япония — 409,3 тыс., США — 616,7 тыс., Индия — 784,8 тыс., Китай — 2,86 млн.) (рис. 2) [2].

Во всем мире в 2018 году зарегистрировано почти 570 тыс. случаев РШМ и 311 тыс. случаев смерти, в Африке РШМ был основной причиной смерти от рака у женщин (рис. 2). Средний возраст во всем мире на момент постановки диагноза РШМ составлял 53 года [3].

Рак шейки матки в мировой структуре ЗНО находится на 5 месте. Более 55% новых случаев возникает в странах Восточной и Юго-Восточной Азии, Восточной и Западной Африки, Южной Америки. Перечень стран с самыми высокими стандартизованными показателями заболеваемости выглядит следующим образом (%) (рис. 1): Замбия (66.4), Танзания (59.1), Уганда (54.8), Мадагаскар (51.6); страны с минимальными стандартизованными показателями заболеваемости: Ирак (1.9), Иран (2.2), Египет (2.3), Саудовская Аравия (2.5), Иордания (2.9) [4].

Патогенетическая роль вируса папилломы человека (ВПЧ) в развитии рака шейки матки давно известна. В мире каждый год регистрируется более 500 тыс. новых случаев рака, ассоциированного с ВПЧ инфекцией.

Основной причиной предраковых и раковых поражений шейки матки является инфицирование ВПЧ высокого канцерогенного риска (ВКР). Из более 100 известных типов ВПЧ, не менее 14 являются высокоонкогенными. ВПЧ 16, 18 типов отвечают примерно за 70% случаев РШМ в мире.

Цервикальный рак вполне предотвратимая патология, в отличие от большинства других онкологических заболеваний. Известно, что для РШМ обязательна персистенция онкогенных типов ВПЧ, которые в настоящее время выявляются ВПЧ-тестированием. В мировой практике с успехом используется профилактическая вакцинация, как действенная мера первичной профилактики РШМ. Течение ВПЧ-ассоциированного цервикального рака предусматривает многолетние внутриэпителиальные неопластические изменения, которые нам доступны для диагностических и лечебных вмешательств. В связи с этим мы имеем максимум возможностей предотвратить развитие инвазивной карциномы и снизить показатели заболеваемости и смертности. В странах, где проводится государственная программа вакцинации и масштабного скрининга заболеваемость и смертность снижается [5].

Каждый случай инвазивного рака — это результат упущенных возможностей диагностики, а также лече-

ния CIN. Снижение РШМ возможно путем устранения факторов риска, вакцинации и организации скрининга [6].

Диагностика

Скрининг — это массовое обследование населения с целью выявления лиц с наличием определенного заболевания при отсутствии клинических симптомов. Для цервикального скрининга главное назначение в выявлении предраковых процессов или же злокачественных заболеваний шейки матки на ранней стадии. Рассматриваются 3 варианта методик цервикального скрининга: 1) Пап-тест с традиционным мазком (традиционная цитология), Пап-тест с жидкостной пробоподготовкой (жидкостная цитология); 2) ВПЧ-тестирование молекулярными методами; 3) визуальный метод с уксусной кислотой (VIA).

Сталкиваясь с дисплазией шейки матки, врач стоит перед выбором между консервативной и хирургической тактикой ведения пациентки. Золотым стандартом является гистологическое исследование. Но несмотря на это, существует необходимость в дополнительных чувствительных и специфических биомаркерах, которые могут улучшить стандартизацию и контроль качества гистопатологической диагностики. Возможно повышение информативности гистологического исследования при использовании дополнительных методов, например иммуногистохимия (ИГХ). Наиболее известными являются ИГХ маркеры Ki-67 и p16/INK4a, но на сегодня не выработано четких критериев для оценки их экспрессии в гистологических препаратах [8]. Ki-67 — это ядерный белок, связанный с клеточной пролиферацией и экспрессируется во всех активных фазах митотического цикла, для многих опухолевых процессов характерна гиперэкспрессия этого маркера. Исследования показали, что гиперэкспрессия p16/INK4a в раковых и предраковых тканях на молекулярном уровне тесно связана с экспрессией онкогенного белка E7 ВПЧ [9]. Фактически белок p16/INK4a представлен киназами, которые находятся в прямой зависимости от циклинов и приобретает особое значение для регуляции клеточного цикла эукариот. Стоит отметить, что данный белок принимает участие контроле перехода клетки из фазы G1 в фазу S, который опосредован через белок ретинобластомы (pRB). Более того, данный белок направлен на подавление опухолевого роста, равно как повышение экспрессии p16/INK4a. Также он вполне может запускать остановку циклов клеточного деления. Большинство видов опухолей имеют инактивацию гена p16/INK4a, что порождает различные нарушения регуляции клеточного цикла, а также бесконтрольную пролиферацию клеток. Одновременно с этим, в опухолях, которые непосредственно и достаточно тесно связаны с транс-

формирующим действием ВПЧ, вполне можно наблюдать увеличение экспрессии белка подобного рода. Отметим, что экспрессия белка p16/INK4a достаточно реактивно увеличивается на фоне роста количества вирусных онкобелков ВПЧ E6 и E7. В этом случае, повышение экспрессии p16/INK4a не имеет должной эффективности для регуляции клеточного цикла, так как онкобелки ВПЧ действуют на уровне белка ретинобластомы. Повышение экспрессии p16/INK4a, применительно к рассматриваемому виду опухолей вполне можно рассматривать через призму косвенного признака интеграции ВПЧ высокого риска в геном и трансформации эпителиальных клеток под действием ВПЧ [10].

Иммуноцитохимическое исследование позволяет обнаружить экспрессию белка p16 (p16INK4a) на поверхности эпителиальных клеток. Так, белок p16 выступает в качестве биологического маркера начала канцерогенеза, а повышение его экспрессии можно наблюдать в рамках предраковых изменений. Полагаем, что такая ситуация вполне может рассматриваться через призму непрямого маркера активной онкогенной экспрессии ВПЧ и высокого онкологического риска (выявляется при переходе ВПЧ из эписомальной формы в интегрированную). Более того, выявление экспрессии данного белка позволяет максимально точно обнаружить риск развития рака шейки матки и, как следствие, оперативно начать лечение. Более того, выявление и анализ уровня экспрессии позволит на практике определить степень нарушения пролиферации в целом, что способствует развитию опухоли, равно как способность той или иной опухоли давать метастазы.

Достаточно перспективным тестом для диагностики дисплазии и рака шейки матки видится иммуноцитохимическое определение повышенной экспрессии гена-супрессора p16INK4a. В норме, кодируемый этим геном, белок p16INK4a осуществляет блокировку стимуляции деления клетки, которая вызывается фактором роста и происходит на фоне угнетения циклин-зависимой киназы. Впоследствии это приводит к нарушению фосфорилирования белка ретинобластомы (БРБ). В таких условиях БРБ связано с фактором транскрипции E2F и направлено на блокировку его митотической активности, что затем останавливает деление клетки. В то же время, в рамках ВПЧ инфекции, встроенная в геном хозяина ДНК вируса синтезирует такие онкогены, как E6 и E7. Онкоген E7 связывается с белком ретинобластомы, препятствуя ингибированию E2F. На практике это порождает попросту бесконтрольное деление клетки и повышенный синтез белка p16INK4a, что может быть зафиксировано с помощью цитоиммунохимической реакции [7]. Определение онкобелка p16INK4a позволяет определить раннюю стадию рака шейки матки. Стоит отметить, что по своей эффективности данный тест яв-

ляется более релевантным, чем кольпоскопия или генотипирование ВПЧ или кольпоскопия.

В исследовании Л.И. Мальцевой и соавт [11], сообщается, что при взаимодействии ВПЧ 16 и 18-го типов с эпителиальной клеткой образуются вирусные белки E6 и E7. А P16ink4a появляется в процессе метилирования генов супрессоров и говорит о генетической нестабильности, что наблюдается до малигнизации. И можно сделать вывод о том, что накопление p16ink4a в цитоплазме поможет диагностировать предраковую патологию и ранние формы рака шейки матки.

По данным F. Karlsen для низкой степени плоскоклеточного интраэпителиального поражения (LSIL) специфичность показателей онкопротеинов E6 и E7 составляет 80% [12].

ВЫВОДЫ

Со степенью тяжести дисплазии непосредственно связано то, насколько выражена экспрессия ИГХ-маркеров Ki-67 и P16/INK4a в ткани шейки матки. Дополнительное использование ИГХ-исследования с указанными маркерами, включая стандартное гистологическое исследование, всегда способствует выделению больных, которые имеют низкий и высокий риск развития различных тяжелых поражений. Это приобретает особую актуальность для группы CIN2, которая является наиболее проблемной в части гистологической оценки и методики работы с пациентками. Стоит отметить, что дополнительное использование ИГХ-исследования с маркерами Ki-67 и P16/INK4a существенно повышает эффективность и информативность исследований биоптатов шейки матки. Кроме того, это во многом направлено на разработку оптимальной тактики лечения больных лиц, в частности, женщин, находящихся в детородном возрасте.

Иммуногистохимическое обследование на маркеры позволит уточнять заключения цитолога, а дополнительному исследованию на онкопротеина p16ink4a будут подлежать все случаи атипической цитологии, за исключением инвазивного рака шейки матки, а также неопределенные цитологические заключения (в частности, все атипические клетки плоского эпителия неясного значения-ASCUS), равно как изменения железистого эпителия. Во многих случаях ИГХ с маркерами способствует формированию индивидуальной тактики в отношении пациенток, а также позволяет улучшить систему мониторинга тех пациенток, которые прошли органосохраняющее лечение после рака шейки матки и тяжелой дисплазии путем добавления определения онкопротеина p16ink4a к рутинному цитологическому исследованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cancer Today (powered by GLOBOCAN2018) [Электронный ресурс] / J. Ferlay [et al.] // International Agency for Research on Cancer (IARC) Cancer Base No15. — 2018.
2. Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2019. 236 с.
3. The Global Cancer Observatory. <http://gco.iarc.fr>
4. Пак Р.В. Эпидемиологические особенности рака шейки матки в мире // Вестник КазНМУ. 2019. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskie-osobennosti-raka-sheyki-matki-v-mire> (дата обращения: 02.06.2021).
5. World Health Organization. Human papillomavirus vaccines: WHO position paper, May 2017-Recommendations [Электронный ресурс] // Vaccine. — 2017. — Vol. 35, № 43. — P. 5753–5755. doi: 10.1016/j.vaccine.2017.05.069 \
6. Доброкачественные и предраковые заболевания шейки матки с позиции профилактики рака. Клинические рекомендации (протоколы диагностики и ведения больных). РОАГ. Утв. МЗ РФ от 02.11.2017 г. № 15–4/10/2/-76–76. Мю- 2017- с. 54
7. Wyber R, Vaillancourt S, Perry W, Mannava P, Folaranmi T, Celi LA. Big data in global health: improving health in low- and middle-income countries. Bull World Health Organ. 2015 Mar 1; 93 (3):203–208. <https://doi.org/10.2471/BLT.14.139022>
8. Hebbar A, Murthy VS. Role of p16/INK4a and Ki-67 as specific biomarkers for cervical intraepithelial neoplasia: An institutional study. J Lab Physicians. 2017 Jun; 9 (2):104–110. <https://doi.org/10.4103/0974-2727.199630>
9. Branca M, Ciotti M, Giorg C, Santini D, Di Bonito L, Costa S, et al. Predicting high-risk human papillomavirus infection, progression of cervical intraepithelial neoplasia, and prognosis of cervical cancer with a panel of 13 biomarkers tested in multivariate modeling. Int. J. Gynecol. Pathol. 2008; 27 (2):265–273. <https://doi.org/10.1097/PGP.0b013e318159cbc0>
10. US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. Screening for Cervical Cancer. JAMA. 2018;320 (7):674–686. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.10897>
11. Ашрафян Л.А., Оводенко Д.Л. Основные трудности скрининга рака шейки матки. Акушерство и гинекология: новости, мнения, обучение. 2018; 1: 14–7.
12. Мальцева, Л.И. Инновационные подходы к диагностике предрака и рака шейки матки у женщин с ВПЧ-ассоциированным цервицитом. / Л.И. Мальцева, Л.Н. Фаррахова, М.А. Нюхин. //Ульяновский медико-биологический журнал. № 3, 2013- с. 86–89
13. Comparison of HPVdetection technologies: Hybrid capture 2, PreTect HPV-Proofer and analysis of HPV DNAviral load in HPV16, HPV18 and HPV33 E6/E7mRNA positive specimens./ Karlens F [et al.] // J VirolMethods, 2009-Jan. — 155(1): 61-р.6.
14. Давыдов А.И., Шахламова М.Н., Тер-Овакимян А.Э. Комплексное решение терапии патологии шейки матки, ассоциированной с вирусом папилломы человека. Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2018;17(2):27–31. DOI: 10.20953/1726–1678–2018–2–27–31
15. Ашрафян Л.А., Киселев В.И., Кузнецов И.Н., Серова О.Ф., Узденова З.Х., Герфанова Е.В. Рак шейки матки: проблемы профилактики и скрининга в Российской Федерации. Доктор.Ру Гинекология. 2019;11(166):50–54. / DOI: 10.31550/1727–2378–2019–166–11–50–54
16. Новые возможности ранней диагностики и профилактики ВПЧ-ассоциированных поражений шейки матки. В.Н. Прилепская [и др.] — Медицинский совет. Гинекология, 2019- с. 72–76
17. Ikenberg H, Bergeron C, Schmidt D, Griesser H, Alameda F, Angeloni C, et al; PALMS Study Group. Screening for cervical cancer precursors with p16/Ki-67 dual-stained cytology: results of the PALMS study. J Natl Cancer Inst. 2013 Oct 16;105(20):1550–7. DOI: 10.1093/jnci/djt235
18. Cancer Today (powered by GLOBOCAN2018) [Электронный ресурс] / J. Ferlay [et al.] // International Agency for Research on Cancer (IARC) Cancer Base No15. — 2018.
19. World Health Organization. Human papillomavirus vaccines: WHO position paper, May 2017-Recommendations [Электронный ресурс] // Vaccine. — 2017. — Vol. 35, № 43. — P. 5753–5755. doi: 10.1016/j.vaccine.2017.05.069 \
20. Злокачественные новообразования в России в 2019 году (заболеваемость и смертность). Под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: ФГУ «МНИОИ им. П.А. Герцена Росмедтехнологий», 2020. [Malignant neoplasms in Russia in 2019 (morbidity and mortality). Ed. V.I. Chissov, V.V. Starinsky, G.V. Petrova. Moscow: FGU "MNIIOI im. P.A. Gertsena Rosmedtekhologii", 2019 (in Russian).]
21. Crosbie EJ et al. Human papillomavirus and cervical cancer. Lancet 2013; 382 (9895): 889–99.
22. The Global Cancer Observatory. <http://gco.iarc.fr>
23. Доброкачественные и предраковые заболевания шейки матки с позиции профилактики рака. Клинические рекомендации (протоколы диагностики и ведения больных). РОАГ. Утв. МЗ РФ от 02.11.2017 г. № 15–4/10/2/-76–76. М. — 2017- с. 54
24. Аляутдина О.С., Синицына О.В. Значение теста на онкобелок p16ink4a в алгоритме диагностики рака шейки матки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2016. — № 11–1. — С. 58–60.

© Ящук Альфия Галимовна (alfiya-galimovna@mail.ru),

Зайнуллина Раиса Махмутовна (raisa.bsnu@gmail.com), Лялина Гульнара Зилфировна (davlet_g@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

AL-Nasrawi Faris Hazim *abdul sada* — Postgraduate student, Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin
farisiraq21@gmail.com

Alekperli F. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Sumgayit State University (Sumgayit city)
fazlf_50@mail.ru

Alimbekov R. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Ufa Aviation Technical University

Alkova D. — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation
Alkova.007@gmail.com

Antipenko V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, RUT (MIIT)
antipenkovs7@mail.ru

Arvanova S. — Senior Lecturer, KBSU im. H.M. Berbekova (Nalchik)
sani_07@mail.ru

Asgarova S. — Ph.D. student, Sumgayit State University (Sumgayit city)
sahile74@mail.ru

Ataev A. — Doctor of Medical Sciences, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Ataev A. — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Dagestan State Medical University of the Ministry of Health (Makhachkala)
drataev57@mail

Ataeva Z. — Dagestan State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
kzn1957@mail.ru

Atsaeva M. — Associate Professor, Chechen State University named after A.A. Kadyrov
acaeva-mm@mail.ru

Autlev K. — Doctor of Medical Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Tyumen State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation (Tyumen)
Amm.med@mail.ru

Babich N. — Post-graduate student, RUT (MIIT), Moscow
babichnikolay35@gmail.com

Beybalaeva T. — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation
tanguel23@gmail.com

Bisultanova Z. — Art. Lecturer, Chechen State University named after A.A. Kadyrov
zura_sun@mail.ru

Bogonosov K. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)
m_u_smirnov@mail.ru

Chakhchakhov Ya. — Surgeon, GBUZ TO "Regional Clinical Hospital No. 1"; Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Tyumen State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation (Tyumen)
yanis_chahchahov@mail.ru

Cheremisina A. — Cand. geogr. sciences, associate professor, FGBOU VO "Polar State university N.M. Fedorovsky", Norilsk

Chernikova N. — Applicant, National Medical Research Center of Neurosurgery named after akad. N.N. Burdenko
Chernikhope@gmail.com

Chochoev A. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
azamat.chochoev1999@gmail.com

Chochieva A. — Assistant, KBSU im. H.M. Berbekova (Nalchik)
aska_89-07@mail.ru

Dashtoyan G. — Plastic Surgeon, clinic K+31 Petrovskie Vorota, Moscow
George_dash@hotmail.com

Dobrokhotova Yu. — MD, professor, RNIMU them. N.I. Pirogov
pr.dobrokhotova@mail.ru

Dorofeev A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow
aedorofeev@mail.ru

Doronina G. — Graduate student, Kamchatka State Technical University
galserdor@gmail.com

Dreeva F. — Researcher, Federal Scientific Center "Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"
f.dreeva@mail.ru

Dumbrays K. — PHD in biology, senior lecturer, International University "Dubna", city of Dubna
2533208@mail.ru

Dvoynova A. — International University "Dubna", city of Dubna

Dzhambetova P. — Prof., Chechen State University named after A.A. Kadyrov
petimat-ig@rambler.ru

Eremenko K. — Russian State Social University (Moscow)
ksenia-land@mail.ru

Evnevich K. — Assistant, Smolensk State Medical University Ministry of Health Care of the Russian Federation
evnevich.stom@mail.ru

Filippov V. — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU) Lipetsk Cossack Institute of Technology and Management (branch); Lipetsk State Pedagogical University, them. P.P. Semenov-Tyan-Shansky
wwfilippow@mail.ru

Gadzhieva T. — Dagestan State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
tami2006@yandex.ru

Galkin K. — Engineer, Defshov LLC
galkin_kosty@bk.ru

Ganiev M. — Candidate of Medical Sciences, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Ganiev M. — Candidate of Medical Sciences, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
magomedg21@mail.ru

Gaponenko A. — Russian State Social University (Moscow)
gaponenko69@mail.ru

Gazieva P. — Dagestan State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
gpa.89@mail.ru

Georgieva I. — Assistant, KBSU im. H.M. Berbekova (Nalchik)
irka2725@mail.ru

Georgieva M. — Senior Lecturer, KBSU im. H.M. Berbekova (Nalchik)
maryana.g@list.ru

Gerbali O. — V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Simferopol

Gergova D. — Postgraduate student, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
Gergova_d@mail.ru

Gibert B. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Regional Clinical Hospital No. 1; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tyumen State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Tyumen)
gibert@tokb.ru

Gilimkhanov A. — Postgraduate student, Bashkir State Medical University

Golovina A. — Doctor of Economics, Professor, Ural State University of Economics, Yekaterinburg
vshko@inbox.ru

Golovina A. — Doctor of Economics, Professor, Ural State University of Economics
vshko@inbox.ru

Grebennikov Oleg Romanovich—cand. of agricultural sciences, associate professor, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

Guseynova R. — Dagestan State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
rezeda600512@mail.ru

Hadi C. — Dentist

Hadi S. — Assistant, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russian Federation

Ivanova L. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Kuban State Medical University of Public Health Care of Russia

Kalimatova D. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, RNIMU them. N.I. Pirogov
9227707@gmail.com

Kallaeva A. — Dagestan State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
abidat.kallaeva@mail.ru

Kallaev N. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Kallev N. — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Dagestan State Medical University of the Ministry of Health (Makhachkala)
nazhmudin_K@mail.ru

Kostyushok N. — Post-graduate student, Kuban State Medical University of Public Health Care of Russia
ShagalovaN@list.ru

Kruchinin E. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tyumen State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Tyumen)
drkru@mail.ru

Kubatieva E. — Abardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
Elvira-0007@mail.ru

Kultchiev A. — Doctor of Medical Sciences, professor, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)
kulchiev.ahsarbek@yandex.ru

Kuznetsov I. — Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow
kuzerit@yandex.ru

Kuznetsov S. — Technical director of San Porto and Torre Ricca TV channels Torre Ricca Limited Liability Company, Moscow
svyatique@gmail.com

Laminina O. — Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, National Research University Bauman Moscow State Technical University
olga.laminina@ngips.ru

Laminin R. — Postgraduate student, National Research University Bauman Moscow State Technical University
ral@ngips.ru

Laverychev M. — Lecturer, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Technological University "STANKIN"
maxim.lawerichev@yandex.ru

Lazareva P. — I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Losanov K. — Senior Lecturer, KBSU im. H.M. Berbekova (Nalchik)
losanovh@mail.ru

Lyalina G. — Postgraduate student, Bashkir State Medical University
davlet_g@mail.ru

Magaramov A. — Assistant, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Magaramov A. — Assistant of the Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
abdulla-magaramov@yandex.ru

Margusheva A. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
a.margusheva@mail.ru

Mirzoev N. — Candidate of Medical Sciences, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Mirzoev N. — Candidate of Medical Sciences, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Morenkova V. — Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod
morenkova2809@mail.ru

Moskalets O. — Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirov
6816000@mail.ru

Nadezhina E. — Postgraduate Student, Ural State University of Economics, Yekaterinburg
nadeina_y@inbox.ru

Nikolaeva N. — Senior Lecturer, MSTU im. N.E. Bauman
lepina_n@mail.ru

Novikov P. — PhD (candidate of Engineering Science), associate Professor, Moscow Aviation Institute (national research University)
novikov.mai@mail.ru

Osmanova A. — Dagestan State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
aida_osmanova_1907@mail.ru

Osmanova H. — Dagestan State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)
hr555999@gmail.com

Osmanov R. — Assistant, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

Perisaeva E. — Assistant, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)
perisaeva.elinka@yandex.ru

Pervushin Yu. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa Aviation Technical University

Petrova N. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Saint Petersburg State University
spbpetrova@yandex.ru

Petukhova G. — Endoscopist at the Medical Unit "Neftyanik"; Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tyumen State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Tyumen)
galo4ka799@mail.ru

Plecheva D. — Professor, Bashkir State Medical University

Plechev V. — Professor, Bashkir State Medical University

Polyakov I. — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation
igo71807805@yandex.ru

Ponikarovskih A. — Pediatrician, Irkutsk Regional Cancer Center
summer-the-oc47@yandex.ru

Reutova N. — Leading researcher, Federal Scientific Center "Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"
reutova371@mail.ru

Ryzhova M. — Doctor of Medical Sciences, researcher, National Medical Research Center of Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko
MRyzhova@nsi.com

Sakharov A. — Researcher, National Medical Research Center of Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko
asaharov@nsi.com

Sarkisova I. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Technological University "STANKIN"
sio-job@yandex.ru

Satanin L. — Candidate of Medical Sciences, researcher, National Medical Research Center of Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko
Lsatanin@nsi.com

Sevbitov A. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow
avsevbitov@mail.ru

Shelesko E. — Candidate of Medical Sciences, researcher, National Medical Research Center of Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko"
Eshelesko@nsi.com

Shelomentsev V. — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tyumen Industrial University" (Tyumen)
shelomentseva72@mail.ru

Shtekhman A. — Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

Silina E. — I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
silinaekaterina@mail.ru

Smirnov M. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU) Lipetsk Cossack Institute of Technology and Management (branch)
m_u_smirnov@mail.ru

Smirnov M. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU) Lipetsk Cossack Institute of Technology and Management (branch)
m_u_smirnov@mail.ru

Snigireva G. — Doctor of Biological Sciences, researcher, National Medical Research Center of Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko
GSnigireva@nsi.com

Sokolovich N. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Saint Petersburg State University

Startseva O. — Doctor of Medicine, Professor, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow
ostarceva@mail.ru

Stupin V. — Pirogov Russian National Research Medical University

Teplova A. — Assistant, Federal State Educational Institution of Higher Education "Penza State University", Penza
stomannavaleryevna@mail.ru

Tereshenko A. — Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
andrey.tereshenko2017@mail.ru

Timoshin A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow
anton-timoshin007@yandex.ru

Tlepshева D. — KBSU im. H.M. Berbekova (Nalchik)
tliepshieva@list.ru

Tomashevsky Yu. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin
tomash@sstu.ru

Trapeznikova E. — I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Trukhanova I. — Grand PhD of Medical Science, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation
innasmp@yandex.ru

Vaulin A. — PhD student, Ural State University of Economics
Andrey50396@gmail.com

Vazhov S. — Cand. biol. sciences, associate professor, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk
vazhov49@mail.ru

Vazhov V. — Doctor of agricultural sciences, professor, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

Vershinina I. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod
vershinina.iv@gmail.com

Yagudin T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Bashkir State Medical University

Yashchuk A. — MD, Professor, Bashkir State Medical University
alfiya-galimovna@mail.ru

Yusupov R. — Postgraduate student, Bashkir State Medical University
yusupov_80@mail.ru

Zainullina R. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Bashkir State Medical University
raisa.bsmu@gmail.com

Zinatullina D. — PhD of Medical Science, associate professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation
dsadri@mail.ru

Ziyautdinov V. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU) Lipetsk, Cossack Institute of Technology and Management (branch)
zevslipetsk@yandex.ru

Ziyautdinov V. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU) Lipetsk Cossack Institute of Technology and Management (branch)
zevslipetsk@yandex.ru

Zolotareva T. — Senior Lecturer, Lipetsk State Pedagogical, University, them. P.P. Semenov-Tyan-Shansky
zolotarevatatyana2016@yandex.ru

Zubkova V. — Russian State Social University (Moscow)
vmzubkova@yandex.ru

Ogurliev A. — Assistant, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Makhachkala)

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).