

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№3 2022 (МАРТ)

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>

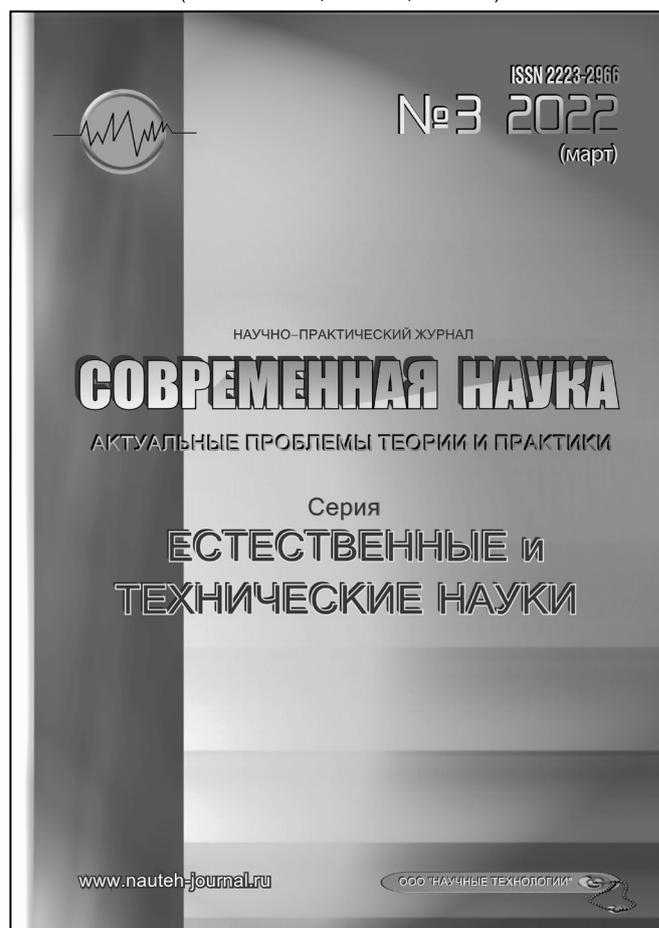
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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 25.03.2022 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

Алибейли Нармин Сулейман — Структура ксиломикобиоты основных лесообразующих пород Азербайджана
Alibeyli Narmin Suleiman — Ucture of the xylomycobiota of the main forest-forming species of Azerbaijan 7

Ахмедова А.Б., Искендер Э.О., Велиева Л.И., Мамедов Т.С., Аскерова Г.А., Багирова Ш.А. — Исследование редких древесных растений, используемых в условиях ex-situ на северо-востоке большого Кавказа, по категориям опасности исчезновения
Ahmedova A., Iskender E., Veliyeva L., Mamedov T., Askerova G., Bagirova Sh. — Study of rare woody plants used under ex-situ conditions in the north-east of the greater Caucasus, by danger categories 11

Жиленко (Ефанова) Н.А., Смирнова А.В. — Оценка видового разнообразия млекопитающих пещеры «Змеиная»
Zhilenko (Efanova) N., Smirnova A. — Assessment of the species diversity of mammals in the "Snake" cave 18

Ломсков М.А., Коновалов А.М., Жукова В.А. — Итоги трехгодичного мониторинга динамики численности свободноживущих птиц на открытой модельной площадке Московского зоопарка
Lomskov M., Konovalov A., Zhukova V. — The results of the three-year monitoring of the dynamics of the number of free-living birds at the open model site of the Moscow zoo 21

Ломсков М.А., Коновалов А.М., Шурухт К.И. — Мониторинг содержания тяжелых металлов в снежном покрове отдельных участков трех парковых территорий Москвы
Lomskov M., Konovalov A., Shurukht K. — Monitoring of the content of heavy metals in the snow cover of individual sections of three park territories in Moscow 27

Мурадова С.М. — Оценка токсичности грибов, выделенных из различных источников
Muradova S. — Assessment of the toxicity of fungi isolated from various sources 30

Промоторова Е.Ю. — Сообщества мелких млекопитающих особо охраняемых природных территорий юга Тюменской области
Promotorova E. — Communities of small mammals in specially protected natural territories of the south of the Tyumen region 34

Сосков А.В., Стрельцов А.Б. — Эколого-биологическая оценка деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области
Soskov A., Streltsov A. — Ecological and biological assessment of the railway transport infrastructure in the Kaluga region 39

Информатика, вычислительная техника и управление

Бобышев П.П. — Инструменты оценки эффективности инновационных проектов технических систем
Bobyshev P. — Tools for assessing the efficiency of innovative projects of technical systems 44

Бунтов А.И. — Применение алгоритмов MASK R-CNN и Slic superpixels в решении проблем авиаподсчета численности исчезающего вида белых медведей в среде их обитания
Buntov A. — Application of the MASK K-ST and Slic superpixels algorithms in solving the problems of air counting the number of endangered species of polar bears in their habitat 48

Воротынцев А.В. — О моделировании распределения ассимилятов фотосинтеза растительного покрова
Vorotyntsev A. — On modeling the distribution of assimilates of photosynthesis of plant cover 55

| | |
|---|---|
| Вэй Сяоюй, Чжэн Цзини — Сплошное автономное вождение на основе компьютерного зрения и конволюционных нейронных сетей <i>Wei Xiaoyu, Zheng Jingyi</i> — Continuous autonomous driving based on computer vision and convolutional neural networks59 | Красов А.В. — Разработка методики внедрения и выявления эффективности SIEM-системы в среде доверенной зоны <i>Krasov A.</i> — Development of a methodology for implementing and identifying the effectiveness of a SIEM system in a trusted zone environment109 |
| Горюнов А.В., Костиков Ю.А., Прокофьев А.И., Романенков А.М. — Задача о напряжении в ограниченной телеграфной линии с периодическим возмущением напряжения на левом конце <i>Goryunov A., Kostikov Yu., Prokofiev A., Romanenkov A.</i> — The problem of voltage in a bounded telegraph line with periodic voltage perturbation at the left end66 | Кузнецова О.Ю., Харахнин К.А. — Решение задачи раскрытия рулонного полуфабриката для нескольких агрегатов продольной резки с учетом потребления на следующем этапе производства для цеха гнутых профилей <i>Kuznetcova O., Harahnin K.</i> — Solution of the problem of cutting a roll semi-finished products for several slitting units, according to the consumption at the next stage of production for the shop of bent profiles121 |
| Григорян Д.А. — Взаимодействие между процессами в безопасном ядре <i>Grigoryan D.</i> — Interaction between processes in a secure kernel71 | Савельев Р.Н. — Современные технические средства информационной безопасности при мониторинге наземного комплекса управления спутниковой сети <i>Saveliev R.</i> — Modern technical means of information security for monitoring of the ground control complex of the satellite network127 |
| Иващенко А.В., Ваванов Д.А. — Проектирование потолочной люстры средствами 3dMAX <i>Ivashchenko A., Vavanov D.</i> — Modeling of a ceiling lamp with 3dMAX77 | Сагалаева А.И., Ромашкова О.Н., Рудниченко Н.Д. — Нечеткая модель для оценки эффективности распределения информационных ресурсов учебного центра <i>Sagalaeva A., Romashkova O., Rudnichenko N.</i> — Fuzzy model for evaluating the effectiveness of information resource allocation of the training center133 |
| Ирбитский И.С., Романенков А.М., Стульников К.Т., Удалов Н.Н. — Анализ микросервисных архитектур и моделей <i>Irbitskiy I., Romanenkov A., Stulnikov K., Udalov N.</i> — Analysis of microservice architectures and models83 | Худасова О.Г., Иващук О.А. — Актуальность разработки систем поддержки принятия решений по функциональной диагностике в симуляционных медицинских комплексах <i>Hudasova O., Ivashchuk O.</i> — Relevance of development of decision support systems for functional diagnostics in simulation medical complexes140 |
| Ирбитский И.С., Романенков А.М., Стульников К.Т., Удалов Н.Н. — Подходы к формированию безопасности в микросервисной архитектуре <i>Irbitskiy I., Romanenkov A., Stulnikov K., Udalov N.</i> — Approaches to the formation of security in microservice architecture91 | Чжэн Цзини — Программа обнаружения нежелательных электронных писем <i>Zheng Jing</i> — Unwanted e-mail detection program....144 |
| Красов А.В. — Метод обнаружения сетевой стеганографии на основе машинного обучения <i>Krasov A.</i> — A method for detecting network steganography based on machine learning100 | |

Клиническая медицина

Адмакин О.И., Мамедов А.А., Дыбов А.М., Глазкова А.В. — Оценка психоэмоционального статуса пациентов с патологической стираемостью зубов на фоне патологии прикуса у лиц молодого возраста
Admakin O., Mamedov A., Dybov A., Glazkova A. — Assessment of the psychoemotional status of patients with pathological tooth erasure against the background of malocclusion in young people148

Бейсекеева Ж.С., Кулумбетовна Д.Е., Кочергин С.А. — Глимфатическая циркуляция глаза: анатомо-гисто-физиологические аспекты
Beisekeyeva Zh., Kulumbetovna J., Kochergin S. — Glymphatic flow of the eye: anatomico-histo-physiological aspects153

Бобунов Д.Н., Юсупова З.Д., Нецветаева Е.В., Токарь Я.С., Марченкова И.А. — Оценка эффективности реабилитации пациентов с шейным и грудным остеохондрозом с использованием синдрома психосенсорно-анатомо-функциональной дезадаптации
Bobunov D., Yusupova Z., Netsvetaeva E., Tokar Ya., Marchenkova I. — Evaluation of the effectiveness of rehabilitation of patients with cervical and thoracic osteochondrosis using the syndrome of psychosensory-anatomical-functional maladaptation161

Дышекова Ф.А., Кучмезова Ф.А., Калмыкова А.А., Алиев Т.И., Янаева Р.М. — Роль неинвазивных методов обследования в ранней диагностике механической желтухи
Dyshekova F., Kuchmezova F., Kalmykova A., Aliev T., Yanaeva R. — The role of non-invasive examination methods in the early diagnosis of obstructive jaundice168

Лабзина М.В., Толстова А.С., Купцова С.В., Тамарова Я.А., Проккопенко Д.А., Шарипова Г.А. — Неотложные состояния детской гинекологии в практике хирурга. (Обзор литературы)
Labzina M., Tolstova A., Kupcova S., Tamarova Ya., Prokopenko D., Sharipova G. — Emergency conditions of pediatric gynecology in practice. (Literature review)172

Лазутин А.С., Дмитриев Н.В. — Рыхлая впитывающая повязка в лечении массивных повреждений мягких тканей. Опыт применения хирургических методов международных гуманитарных организаций в практике травма-центра 2 уровня в РФ
Lazutin A., Dmitriev N. — Loose absorbent bandage in the treatment of massive soft tissue injuries. Experience of using surgical methods of international humanitarian organizations in the practice of a level 2 trauma center in the Russian Federation179

Ляшенко Е.Н., Середа Е.В., Ляшенко А.С., Узбекова Л.Д. — Клинические особенности и акушерские исходы беременных женщин с COVID-19
Lyashenko E., Sereda E., Lyashenko A., Uzbekova L. — Clinical features and obstetric outcomes of pregnant women with COVID-19189

Меджидова З.А., Абусуева З.А., Стефанян Н.А., Саакова А.А., Багомедов Р.Г., Меджидова А.М. — Ингибиторная форма гемофилии в послеродовом периоде: клиническое наблюдение
Medzhidova Z., Abusueva Z., Stefanyan N., Saakova A., Bagomedov R., Medzhidova A. — Inhibitor form of hemophilia in the postpartum period: clinical observation193

Огнетов С.Ю., Кравчук А.П., Давтян М.Б. — Скорость ранозаживления в большой послеоперационной полости после операций на среднем ухе по открытому типу с использованием эпидермального фактора роста и без него
Ognetov S., Kravchuk A., Davtyan M. — The rate of wound healing in the large postoperative cavity after open-type operations on the middle ear with and without epidermal growth factor.200

Светлова М.С. — Узловатая эритема в практике врача-интерниста
Svetlova M. — Erythema nodosum in the practice of an internist.206

| | |
|---|--|
| Сироткина Д.С., Сычев И.А., Черданцева Т.М., Колосова Т.Ю. — Действие полисахарида цветков календулы на кровь и кроветворение <i>Sirotkina D., Sychev I., Cherdantseva T., Kolosova T.</i> — Effect of polysaccharide of calendula flowers on blood and hemorous212 | Шишко Т.В., Пуздырева М.Н., Рожкова М.Г., Фищев С.Б., Лепилин А.В., Климов А.Г., Севастьянов А.В., Васильева Н.А. — Особенности построения репродукции формы зубных дуг <i>Shishko T., Puzdyreva M., Rozhkova M., Fischev S., Lepilin A., Klimov A., Sevastyanov A., Vasilyeva N.</i> — Peculiarities of the construction of the reproduction of the form of dental arches236 |
| Стефанян Н.А., Хашаева Т.Х.-М., Абусуева З.А., Мамаева С.М., Меджидова А.М., Закаригаева Р.М. — Генетические аспекты SARS-CoV-2 в контексте влияния вируса на течение беременности и родов <i>Stefanyan N., Khashaeva T., Abusueva Z., Mamaeva S., Medzhidova A., Zakarigaeva R.</i> — Genetic aspects of SARS-CoV-2 in the context of influence of the virus on the course of pregnancy and birth218 | Юрьева С.В., Балувев И.Н. — Профилактика тромбоемболических осложнений у пациентов с неклапанной фибрилляцией предсердий, результаты EURObservational research programme on AF (Eorp-AF) general long-term registry <i>Iureva S., Baluyev I.</i> — Prevention of thromboembolic complications in patients with non-valvular atrial fibrillation, results EURObservational research programme on AF (Eorp-AF) general long-term registry244 |
| Толмачева Н.В., Маслова Ж.В., Капитова И.Н., Романова Л.П., Кольцова И.В. — Сравнительное изучение показателей заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в связи с биогеохимическими особенностями Чувашской Республики <i>Tolmacheva N., Maslova Zh., Kapitova I., Romanova L., Koltsova I.</i> — The role of ecological and biogeochemical factors of the Chuvash Republic territory in the malignant neoplasms development 223 | Яхонтов Д.А., Останина Ю.О. — Стабильная стенокардия у больных с пограничными стенозами коронарных артерий и высоким биологическим возрастом. Резидуальный кардиоваскулярный риск <i>Yakhontov D., Ostanina Yu.</i> — Stable angina in patients with borderline coronary artery stenosis of high biological age. Residual cardiovascular risk250 |
| Чернобровкина А.Е., Ашрафян Л.А., Башкетова Н.С. — Вакцинация против HPV, как основополагающий механизм снижения заболеваемости и смертности вирус папиллома индуцированным раком для будущего поколения в современных условиях <i>Chernobrovkina A., Ashrafyan L., Bashketova N.</i> — Vaccination against HPV as a fundamental mechanism for reducing papilloma virus induced cancer morbidity and mortality for the future generation under modern conditions.230 | Информация |
| | Наши авторы. Our Authors256 |
| | Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале261 |

СТРУКТУРА КСИЛОМИКОБИОТЫ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД АЗЕРБАЙДЖАНА

Алибейли Нармин Сулейман

Докторант, Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, г. Баку
azmbi@mali.ru

STRUCTURE OF THE XYLOMYCOBIOTA OF THE MAIN FOREST-FORMING SPECIES OF AZERBAIJAN

N. Alibeyli

Summary. In the study, the main species of the main tree species, widely distributed in the forests of Azerbaijan, and their xylomycobiota were studied. It has been established that the most common tree species in the forests of Azerbaijan are oak, beech and hornbeam, which make up 85% of forest trees, and this is confirmed in all forests. These trees, widely distributed in the forests of Azerbaijan, are also characterized by a rich xylomycobiota, and a total of 58 species of xylotrophic macromycetes participate in its formation. Most of the registered species cause white rot under natural conditions, having the ability to actively participate in the mineralization of organic matter in forests.

Keywords: forests of Azerbaijan, main tree species, xylomycobiota, white rot.

Аннотация. В проведенном исследовании изучены основные виды основных древесных пород, широко распространенных в лесах Азербайджана, и их ксиломикобиота. Установлено, что наиболее распространенными породами деревьев в лесах Азербайджана являются дуб, бук и граб, которые составляют 85% лесных деревьев, и это находит подтверждение во всех лесах. Эти деревья, широко распространенные в лесах Азербайджана, характеризуются также богатой ксиломикобиотой, и в ее формировании участвуют в общей сложности 58 видов ксилотрофных макромицетов. Большинство зарегистрированных видов вызывают в естественных условиях белую гниль, обладая способностью активно участвовать в минерализации органического вещества в лесах.

Ключевые слова: леса Азербайджана, основные древесные породы, ксиломикобиота, белая гниль.

Леса, занимая определенную часть биосферы, играют важную роль в ее развитии и защите. Не случайно леса называют легкими нашей планеты. Характеризуемые, на первый взгляд, как совокупность деревьев, леса также могут быть охарактеризованы как место наиболее распространенного биоразнообразия и функционирования почв. Так, в лесу встречаются все жизненные формы растений (деревья, кустарники, травы), позвоночные и беспозвоночные, бактерии, грибы и вирусы. Следовательно, леса являются местом широкого распространения видов всех таксономических групп живых организмов, обитающих на Земле [6–7, 15]. В настоящее время леса покрывают 1/3 всей площади суши планеты.

Леса распределены по Земле неравномерно [6], и Азербайджанская Республика в этом отношении является одной из наименее лесистых стран. Так, в настоящее время ее покрытая лесом площадь составляет около 1021,7 млн. га. Эти леса имеют различные особенности как распространения на территории страны, так

и формаций. Так, 49% лесов расположены на Большом Кавказе, 34% на Малом Кавказе, 2% на Кура-Аразской низменности, 15% на Талышских горах и Ленкоранской равнине, и в настоящее время Азербайджан объединен в 18 лесных формациях [8, 16–17].

В целом леса играют неопределимую роль в предотвращении изменения климата, роста процессов опустынивания, уменьшения биоразнообразия, нарушения газового баланса, являющимися глобальными экологическими проблемами, и эта функция лесов приобретает все большую значимость.

Изменчивый и сложный рельеф не такой и большой территории Азербайджанской Республики, привели к распространению деревьев и кустарников до высоты 2000–2200 метров над уровнем моря и формированию богатого и многоликого разнообразия. Азербайджан известен во всем мире своими богатыми природными ресурсами, богатой и красочной флорой и фауной. Здесь распространены около 5000 видов высших расте-

ний, относящихся к 125 семействам и 930 родам. Из них в лесах страны произрастает 450 видов деревьев и кустарников, относящихся к 48 семействам и 135 родам. Это составляет до 10% видов растений флоры страны и 70 региональных эндемичных видах дендрофлоры Азербайджана [17]. Это в свою очередь составляет 1/6 часть всех древесно-кустарниковых пород. Азербайджанские леса состоят, в основном, из широколиственных пород, но встречаются и хвойные леса. Например, Сосна крючковатая встречается в лесах Малого Кавказа, на территории сёл Шамлыг и Беюк-Кишлаг Товузского района, а также в лесах Гусарского района на Большом Кавказе.

Несмотря на различия в делении на разные формации, а также в распределении по территории страны, не меняется характерная черта лесов Азербайджана, связанная с доминированием определенных древесных пород в этих лесах. Так, до 85% деревьев лесов природы Азербайджана составляют дуб (*Quercus*), бук (*Fagus*) и граб (*Parrotia*) [16–17]. Таким образом, несмотря на богатый состав дендрофлоры Азербайджана, основных лесобразующих видов немного.

Как известно, растения, в том числе встречающиеся в лесах, являются также одним из основных источников питания многих организмов, а также грибов, и между грибами и растениями на протяжении многих лет сложились различные взаимоотношения [2]. Связь грибов со многими компонентами природной среды, в том числе лесов настолько тесная, что трансформация среды обитания, приводит к изменению комплекса макромицетов, в том числе ксилотрофных грибов. Ксилотрофные грибы как эколого-трофическая группа являются типичными и постоянными обитателями лесных биогеоценозов и играют значительную роль в круговороте веществ в природе, в том числе в процессе гумификации почвы и тем самым играют незаменимую роль в жизни леса. Ввиду этого выявление распространения ксилотрофных грибов в лесных экосистемах, выяснение выполняемых ими функций и других характеристик является одним из актуальных направлений исследований микологии, и в настоящее время в мире в этом направлении проводятся обширные исследования и выявлен ряд вопросов, определены новые функции, выполняемые ксилотрофными макромицетами в лесных экосистемах.

Ксилотрофные макромицеты исследуются в Азербайджане с середины прошлого века и изучены видовой состав, частота встречаемости, эколого-трофические связи микобиоты деревьев природы Азербайджана, возможность использования грибов как продуцентов БАВ и другие характеристики [1, 4, 12–13]. В этом направлении изучены основные древесные породы лесов Азербайджана, но их комплексное изучение про-

водилось после 70-х годов прошлого века [5], на фоне изучения общей микобиоты лесов.

Учитывая выше сказанное, целью данного исследования явилось изучение ксилотрофной микобиоты основных деревьев некоторых лесов Азербайджана.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2017–2021 годах в лесах Азербайджанской Республики, расположенных на Большом Кавказе и в Талышских горах. При отборе плодовых тел ксилотрофных макромицетов использовались широко применяемые в микологических исследованиях методы плановых маршрутов и выбора постоянных участков для стационарных наблюдений [2, 10]. Отбор проб проводили в основном два раза в год — в мае-июне и сентябре-октябре.

Плодовые тела, взятые с исследованных участков и доставленные в лабораторию, идентифицировались и выделялись в чистые культуры [9]. Присвоение названия грибам проводили на основе информации, предоставленной на сайте MMA [18]. При идентификации грибов использовались различные определители [3, 11, 14].

При определении основных древесных пород лесов берутся расположенные на определенной территории различные лесные участки площадью 50мх50м и подсчитываются деревья. Для каждого леса берется не менее 4 площадок и исходя из общего количества подсчитанных деревьев находится среднее арифметическое значение.

Полученные результаты и их обсуждение

Территория Азербайджана имеет присущую ей богатую флору. По общему количеству видов она обширнее, чем в других республиках Закавказья. Флора Азербайджана составляет 66% от общего числа видов растений, произрастающих на Кавказе. Причина богатства флоры и наличия различной растительности в Азербайджане обусловлена разнообразием его физико-географических и естественно-исторических условий, а также сложной историей флоры, сформировавшейся под влиянием отдаленных флористических районов.

Среди видов растений, составляющих флору Азербайджана, есть очень ценные лекарственные, пищевые, ароматические, декоративные и технические растения. Среди этих растений особое место занимают и основные лесобразующие древесные породы, которые состоят из дуба, бука и граба. Хотя леса в Азербайджане распределены неравномерно, подавляющее большинство деревьев всех лесов принадлежит этим трем ви-

Таблица 1. Общая характеристика распределения выявленных при исследовании ксилотрофных грибов по основным древесным породам леса

| Виды деревьев | Виды, встречающиеся при исследовании только на конкретных деревьях | Виды, встречающиеся на всех трех растениях | Виды, встречающиеся на двух растениях в различных комбинациях |
|--------------------|---|--|--|
| Граб обыкновенный | <i>Climacodon septentrionalis</i> , <i>Donkia pulcherrima</i> , <i>Hyphoderma setigerum</i> , <i>Spongipellis litschaueri</i> | <i>Armillaria mellea</i> , <i>Bjerkandera adusta</i> , <i>B.fumosa</i> , <i>Cerrena unicolor</i> , <i>Fomes fomentarius</i> , <i>Fomitopsis annosa</i> , <i>F.cytisina</i> , <i>F.officinalis</i> , <i>F.pinicola</i> , <i>F.rosea</i> , <i>Ganoderma lipsiense</i> , <i>G.lucidum</i> , <i>Inonotus cuticularus</i> , <i>I.hispidus</i> , <i>I.radiatus</i> , <i>Laetiporus sulphureus</i> , <i>Lenzites betulina</i> , <i>Panus tigrinus</i> , <i>Phellinus gilvus</i> , <i>Ph.igniarus</i> , <i>Ph.pini</i> , <i>Ph.tuberculosis</i> , <i>Postreatus</i> , <i>Polyporus squamosus</i> , <i>P.varius</i> , <i>Pycnoporus cinnabarinus</i> , <i>Schizophyllum commune</i> , <i>Stereum gausapatum</i> , <i>S.hirsutum</i> , <i>Trametes hirsuta</i> , <i>T.gibbosa</i> , <i>T.ochracea</i> , <i>T.pubescens</i> , <i>T.versicolor</i> , | <i>Abortiporus biennis</i> , <i>Ganoderma resinaseum</i> , <i>Lentinus strigosus</i> , <i>Phellinus robustus</i> , <i>Ph.tremulae</i> , <i>Trametopsis cervina</i> , <i>Trichaptum biforme</i> |
| Бук восточный | <i>Datroniella scutellate</i> , <i>Fuscoporia torulosa</i> , <i>Fuscoporia contigua</i> , <i>Pleurotus cornucopiae</i> , <i>Vuilleminia comedens</i> | | |
| Дуб каштанolistный | <i>Daedalea quersina</i> , <i>Daedaleopsis confragosa</i> , <i>Melampsora alni</i> , <i>M.pinatorqua</i> , <i>Phaeolus schweinitzii</i> , <i>Phlebia radiata</i> , <i>Pholiota adiposa</i> , <i>Porodaedalea pini</i> , | | |

дам. Это находит подтверждение как в литературе, так и в проводимых нами наблюдениях. Так, при определении количества деревьев на территории Гирканского Национального Парка и в разных лесных массивах Большого Кавказа выявлено, что в среднем на каждые 100 деревьев на долю бука (Бука восточного) приходится 31 ± 2 деревьев, граба (Граб обыкновенный) — 26 ± 1 деревьев, дуба (точнее, Дуб каштанolistный) — 24 ± 1 деревьев. Остальными 18 деревьями являются железное дерево, липа, тополь, ясень и др.

Исследования по изучению ксиломикобиоты дуба, граба и бука, экспериментально выделенных в качестве основных древесных пород лесов, показали, что в ее формировании участвуют 58 видов макромицетов (*Abortiporus biennis*, *Armillaria mellea*, *Bjerkandera adusta*, *B.fumosa*, *Cerrena unicolor*, *Climacodon septentrionalis*, *Daedalea quersina*, *Daedaleopsis confragosa*, *Datroniella scutellate*, *Donkia pulcherrima*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis annosa*, *F.cytisina*, *F.officinalis*, *F.pinicola*, *F.rosea*, *Fuscoporia torulosa*, *Fuscoporia contigua*, *Ganoderma lipsiense*, *G.lucidum*, *G.resinaseum*, *Hyphoderma setigerum*, *Inonotus cuticularus*, *I.hispidus*, *I.rheades*, *Laetiporus sulphureus*, *Lentinus strigosus*, *Lenzites betulina*, *Melampsora alni*, *M.pinatorqua*, *Panus tigrinus*, *Phaeolus schweinitzii*, *Phellinus gilvus*, *Ph.igniarus*, *Ph.pini*, *Ph.robustus*, *Ph.tremulae*, *Ph.tuberculosis*, *Phlebia radiata*, *Pholiota adiposa*, *Pleurotus cornucopiae*, *Postreatus*, *Polyporus squamosus*, *P.varius*, *Porodaedalea pini*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Schizophyllum commune*, *Spongipellis litschaueri*,

Stereum gausapatum, *S.hirsutum*, *Trametes hirsuta*, *T.gibbosa*, *T.ochracea*, *T.pubescens*, *T.versicolor*, *Trametopsis cervina*, *Trichaptum biforme*, *Vuilleminia comedens*), которые в различных комбинациях участвуют в формировании микобиоты отдельных деревьев (таб.1). Как видно, количество специфических видов, формирующих микобиоту Дуба каштанolistного, относительно велико по сравнению с Грабом обыкновенным и Буком восточным, хотя общее количество грибов, участвующих в формировании его микобиоты, меньше, чем у двух указанных выше деревьев. Так, в целом, в формировании ксиломикобиоты Граба обыкновенного участвует 41 вид грибов, в формировании ксиломикобиоты Бука восточного — 38 видов, а в формировании ксиломикобиоты Дуба каштанolistного — 35 видов.

Следует отметить, что ксилотрофные макромицеты характеризуются и по окраске, вызываемой ими в естественных условиях гнили, по которой в настоящее время они делятся на три вида: возбудители белой, коричневой и смешанной гнили. При характеристике зарегистрированных грибов в этом аспекте выявлено, что большинство зарегистрированных грибов в естественных условиях вызывают белую гниль, что является показателем наличия у них способности синтеза ферментов, катализирующих деградацию всех полимеров (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлозы и т.д.) в древесине деревьев, на которых они обитают. Стоит отметить, что наряду с этим данные грибы активно участвуют в процессе минерализации органического вещества в лесных экосистемах. Из зарегистрированных грибов только 1 вид (*Inonotus rheades*) ха-

рактируются как возбудитель смешанной, 8 видов (*Fomitopsis officinalis* F.pinicola, *F.rosea*, *Fuscoporia torulosa*, *Inonotus cuticularus*, *I.hispidus*, *I. radiadius*, *Laetiporus sulphureus*) — бурой гнили.

Таким образом, в ходе проведенных исследований выявлено, что в формировании ксиломикобиоты ос-

новных древесных пород лесов Азербайджанской Республики участвуют 58 видов грибов, из которых 84,5% в естественных условиях вызывают белую гниль. Это позволяет отметить, что ксиломикобиота основных лесообразующих древесных пород, формируется из ксилотрофных макромицетов, характеризующихся более высокой биологической активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиева, Б.Н., Нагиева, С.Э., Гараева С.Д. и др. Распространение ксилотрофных макромицетов в южном регионе Азербайджана: видовой состав и съедобные виды // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки, 2020, № 02, с. 10–14
2. Арефьев, С.П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. — Новосибирск: Наука, 2010, 260 с.
3. Бондарцева, М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. СПб.: Наука, 1998, вып. 2, 391с.
4. Бунятова, Л.Н., Гасанова, В.Я., Эминова, Г.Б. и др. Ксиломикобиота лесных экосистем Азербайджана.// Вестник МГОУ, серия «Естественные науки», 2015, № 3, с. 20–24
5. Гусейнов Э.С. Микромицеты дуба, бука и граба в Азербайджане.//Микология и фитопатология, 1991, т. 25, № 2, с. 100–106.
6. ФАО и ЮНЕП. 2020 год. Состояние лесов мира — 2020. Леса, биоразнообразие и люди. Рим, ФАО. <https://doi.org/10.4060/ca8642ru>
7. Залесова, Е.С., Залесов, С.В., Залесов, В.Н. и др. Проблема сохранения биологического разнообразия и ее решение при заготовке древесины// Успехи современного естествознания, 2017, № 6, с. 56–60.
8. Мамедов, Г., Халилов, М. Леса Азербайджана. — Баку: Наука, —2002,—472с.
9. Методы экспериментальной микологии/Под ред. Билай В.И. Киев: Наукова думка, 1982, 500с.
10. Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург, 1993, 231 с.
11. Мухин В.А. Полевой определитель трутовых грибов. Екатеринбург, 1997, 104 с.
12. Akhundova, N.A. Orucova, S.B. Bahshaliyeva, K.F. et al. Evaluation by the Oxidase Activity of Xylotropic Macromycetes Causing White Decay //Advances in Bioscience and Biotechnology, 2019, v.10, p.179–187.
13. Bakhshaliyeva, K. Namazov, N., Hasanova, A. et al. Assessment of the prospects of studying and using mushrooms of Azerbaijan as effective producers of biologically active substances// Periódico tchê química (Brazilia), 2020, v.17, № 34, p.403–411.
14. Bernicchia, A. Polyporaceae s. Fungi Europaei. Italia: Edizioni Candusso, 2005. v.10, 808p.
15. Brockerhoff, E.G., Barbaro, L., Castagneyrol, B. et al. Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services.// Biodivers Conserv, 2017, v.26, p.3005–3035
16. Respublikanın meşələri [электронный ресурс] <http://eco.gov.az/az/fealiyyet-istiqametleri/mesheler> (дата обращения 10.02.2022)
17. Растительность Азербайджана [электронный ресурс] <https://gsaz.az/ru/articles/view/95/Rastitelnost-Azerbaydjana> (дата обращения 10.02.2022)
18. Robert, V., Stegehuis, G. and Stalpers J. The MycoBank engine and related databases, 2005. <https://www.mycobank.org/>

© Алибейли Нармин Сулейман (azmbi@mali.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕДКИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ EX-SITU НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА, ПО КАТЕГОРИЯМ ОПАСНОСТИ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ

STUDY OF RARE WOODY PLANTS USED UNDER EX-SITU CONDITIONS IN THE NORTH-EAST OF THE GREATER CAUCASUS, BY DANGER CATEGORIES

A. Ahmedova
E. Iskender
L. Veliyeva
T. Mamedov
G. Askerova
S. Bagirova

Summary. The article identifies the locations of rare tree and shrub species in the natural flora of Azerbaijan, used in the landscaping of the north-eastern part of the Greater Caucasus (Azerbaijan) on the basis of the IUCN destruction hazard categories. As a result of the study, it was found that 4 species of the EN (endangered) category, 3 CR (critical) species of the VU (vulnerable) and LC (least endangered) categories, 9 species are included in the NT (endangered) category.

The plant species studied in the article were also analyzed by phytogeographic region and life forms. The results of the research have shown that, along with other measures for the protection of the studied plants, gardening also plays an important role in preserving the gene pool of these species. In addition, it is important to implement other measures.

Keywords: Greater Caucasus, woody plants, ex situ, rare, IUCN.

Ахмедова Айнур Барат кызы

Докторант, Бакинский государственный университет
ehmedovaaynur19888@gmail.com

Искендер Эльман Осман оглы

Д.б.н., профессор, Центральный Ботанический Сад
НАНА
acaе55@hotmail.com

Велиева Лейла Ибрагим кызы

М.н.с., Центральный Ботанический Сад НАНА
ya.leyla25@yandex.com

Мамедов Тофиг Садиг оглы

Д.б.н., профессор, член-корреспондент НАНА,
директор, Институт дендрологии НАНА
dendrary@mail.az

Аскерова Гюнай Акиф кызы

Докторант, Бакинский государственный университет
gupaay94@gmail.com

Багирова Шафаг Алибаба кызы

Докторант, Бакинский государственный университет
shafaqbagirova90@gmail.com

Аннотация. В статье определены местонахождения редких древесно-кустарниковых пород в природной флоре Азербайджана, используемых в озеленении северо-восточной части Большого Кавказа (Азербайджан) на основе категорий опасности уничтожения МСОП. В результате исследования установлено, что 4 вида категории EN (находящиеся под угрозой исчезновения), 3 вида CR (критические) категории VU (уязвимый) и LC (находящиеся под наименьшей угрозой исчезновения), 9 видов включены в состав категории NT (находящиеся под угрозой исчезновения).

Исследуемые в статье виды растений анализировались также по фитогеографическому региону и жизненным формам. Результаты исследований показали, что наряду с другими мероприятиями по охране изучаемых растений важную роль в сохранении генофонда этих видов играет и озеленение. Кроме того, важно реализовать и другие меры.

Ключевые слова: Большой Кавказ, древесные растения, ex situ, редкие, МСОП.

Введение

Во флоре Азербайджана насчитывается около 5000 видов растений, из них более 467 видов — деревья и кустарники [1]. В настоящее время естественный ареал одного из трех видов в природной флоре сокращается. Десятки этих видов растений были идентифицированы как находящиеся под угрозой исчезновения. Согласно исследованиям, в настоящее время количество видов деревьев и кустарников в стране, природный ареал которых сокращается, составляет около 190. Эти виды составляют около 40% деревьев и кустарников в природной флоре Азербайджана. Наблюдения показали, что естественные местообитания некоторых редких видов древесных растений во флоре Азербайджана полностью не охраняются [5,12]. С этой точки зрения одним из важнейших вопросов на сегодняшний день является выявление редких видов растений, составление точных списков, выявление причин отнесения этих растений к разрядам редких растений.

Исследования показали, что интродуцированные виды в Азербайджане составляют 68% видов, 87% родов и 95% семейств распространенных в природе.

К сожалению, негативное воздействие на растения в их естественной среде обитания затрудняет возвращение их в прежнее состояние. Поэтому, увеличение количества исчезающих видов и повышение их гетерогенности в природных популяциях этих редких таксонов для их широкого использования в культурном контексте, является важным делом [9]. В связи с этим, целью исследования стало изучение категорий редких растений под опасностью уничтожения в составе древесных растений, образующих культурную дендрофлору.

Материал и методы

Материалом исследования являлись 24 вида редких деревьев и кустарников. Основной целью работы было определение местонахождения этих видов по категориям опасности уничтожения МСОП. В исследовании использовался ряд методов: определение редкости в сенопопуляциях, Ильина В.Н. [2], оценка состояния редких растений в сенопопуляциях, Налимова Н.В. [4], изучение редких растений, Семенова Г.П. [6], определение жизненных форм изучаемых видов, С. Raunkiera [13], определение местонахождения изучаемых растений по категориям опасности уничтожения, Collins B., White P.S., Imm D.W. [8,10,11].

В исследовании использовалась версия 3.1 МСОП (2001 г.) для определения категорий опасности уничтожения изучаемых растений [10].

Для определения категорий опасности уничтожения растений применяли категории, критерии и подкритерии, используемые Международным союзом охраны природы и природных ресурсов (МСОП). Присвоение критериев основано на буквенно-цифровой иерархической системе.

Обсуждение и результаты

Важно изучить биоэкологическую характеристику редких растений, интродуцированных на изучаемой территории, в том числе их распределение по фитогеографическим районам, жизненным формам, место в фитоценозе, а также определить категории опасности этих растений.

В целом охрана редких растений является одним из приоритетов для многих стран и различных природоохранительных организаций. Большое значение имеет также охрана редких видов в условиях *ex-situ*. В связи с этим перечень нуждающихся в охране растений, интродуцированных на исследуемой территории были даны в таблице 1. [3,7].

В ходе исследования, 24 вида принадлежащие к флоре Азербайджана, получили статус редкости. Результаты оценивались по категориям версии и представлены в таблице 1.

При анализе включения изучаемых растений в категории опасности уничтожения было установлено, что 4 вида включены в категорию EN (исчезающие), а 3 вида — в категории CR (критические), VU (уязвимый) и LC (наименее подверженные опасности). Можно сделать вывод, что состояние некоторых редких видов природной флоры Азербайджана не очень хорошее.

Если состояние нуждающихся в охране древесных растений флоры Азербайджана будет развиваться в этом направлении, то эти виды окажутся под угрозой исчезновения. При анализе распределения изучаемых растений по категориям опасности уничтожения версии 3.1 МСОП, стало ясно, что в группу опасности EX (исчезнувшие) EW (исчезнувшие в природе) пока не включен ни один таксон.

Результаты анализа показали, что среди изученных редких растений большинство таксонов (9 видов — 38%) по категориям опасности уничтожения попало в категорию NT (исчезающие).

В результате влияния абиотических и антропогенных факторов будет существовать неопределенность в распределении изученных редких растений по категориям опасности МСОП во времени. Поэтому клас-

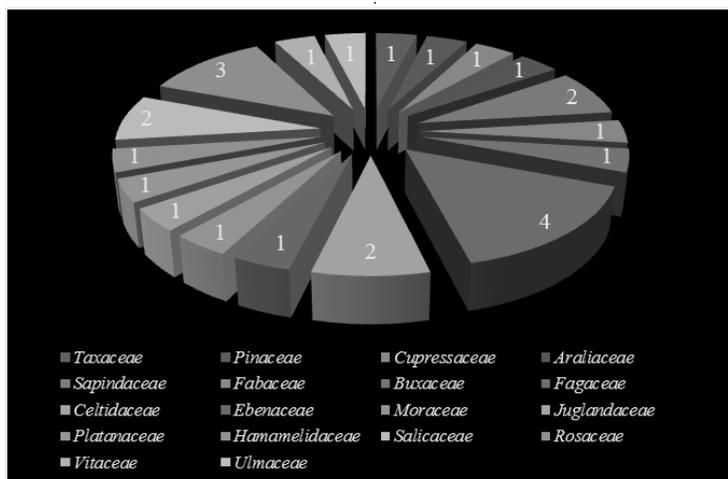


Рис. 1. Распределение редких таксонов по семейство

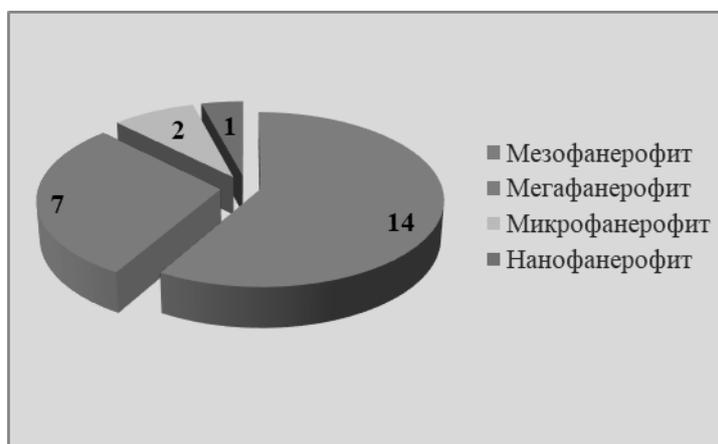


Рис. 2. Спектр жизненных форм изучаемых растений

сификация изучаемых редких растений должна быть пересмотрена через определенный промежуток времени.

При изучении распределения редких растений по сезонам, установлено, что на первом месте стоит семейство *Fagaceae* (4 вида). *Rosaceae* (3 вида), *Sapindaceae* (2 вида), *Salicaceae* (2 вида), и по 1 виду в каждом из оставшихся семейств (рис. 1).

При изучении жизненных форм редких и исчезающих видов деревьев и кустарников, интродуцированных на изучаемой территории, установлено, что по этому признаку изучаемые виды были разделены на 4 группы (рис. 2).

Как видно из рисунка 2, подавляющее большинство редких древесных растений природной флоры Азер-

байджана, и относящихся к материалам исследований, относится к группе мезофанерофитов (14 видов). Высота растений этой группы составляет от 8 до 30м. В группу мегафанерофитов входило 7 видов, в группу микрофанерофитов — 2 вида, в группу нанофанерофитов — 1 вид.

Также видно разнообразие изучаемых редких растений по фитогеографическим районам (рис. 3).

В результате анализа установлено, что преобладают виды, относящиеся к Ирано-Туранской фитогеографической области (54%). В двух других фитогеографических регионах показатели несколько ниже (Средиземноморье — 38%, Европа-Сибирь — 8%).

Как известно, Ирано-Туранские элементы преобладают на большей части территории Азербайджана,

Таблица 1. Распределение редких растений на территории исследований по категориям МСОП

| № | Вид | фитогеографический регион | Жизненная форма | EX | EW | CR | EN | VU | NT | LC | DD | NE | Реликты | Редкие | Эндемики |
|----------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|----|----|---------------------|-------------------|----|----|----|----|----|---------|--------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Pinophyta | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Taxus baccata | Средиземноморье | Мезофанерофиты | | | B1b (i, ii, iv) | | | | | | | | + | |
| 2 | Juniperus sabina | Средиземноморье | Нанофанерофиты | | | | | | + | | | | | + | |
| 3 | Pinus eldarica | Иран-Туран | Мезофанерофиты | | | | | | + | | | | + | | + |
| Magnoliophyta | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Acer pseudoplatanus | Европа-Сибирь | Мегафанерофиты | | | | | | + | | | | | + | |
| 5 | Albizia julibrissin | Иран-Туран | Мезофанерофиты | | | A1abc; B1ab(i, iii) | | | | | | | + | | |
| 6 | Buxus hyrcana | Средиземноморье | Микрофанерофиты | | | | A1ac; B1b (i, iv) | | | | | | + | | |
| 7 | Castanea sativa | Средиземноморье | Мегафанерофит | | | | | | + | | | | + | | |
| 8 | Celtiscaucasica | Средиземноморье | Мезофанерофиты | | | | | | | + | | | | + | |
| 9 | Diospyros lotus | Средиземноморье | Мезофанерофиты | | | | A1abd; B1b(i, iv) | | | | | | + | | |
| 10 | Ficus hyrcana | Средиземноморье | Мезофанерофиты | | | | | | + | | | | | | + |
| 11 | Hedera helix | Иран-Туран | Мезофанерофиты | | | | | | | | | + | + | | |
| 12 | Juglans regia | Иран-Туран | Мегафанерофиты | | | | | | + | | | | | + | |
| 13 | Parrotia persica | Иран-Туран | Мезофанерофиты | | | | | | + | | | | + | | |
| 14 | Platanus orientalis | Средиземноморье | Мегафанерофиты | | | | A1ad; B2b (i, iv) | | | | | | + | | |
| 15 | Populus hyrcana | Иран-Туран | Мезофанерофиты | | | | B2ab(i, iii) | | | | | | | + | |
| 16 | Populus euphratica | Иран-Туран | Мегафанерофиты | | | | | | | + | | | | + | |
| 17 | Pyrus salicifolia | Иран-Туран | Мезофанерофиты | | | B1b(i, iv) | | | | | | | | + | |

Таблица 1 (продолжение). Распределение редких растений на территории исследований по категориям МСОП

| № | Вид | фитогеографический регион | Жизненная форма | EX | EW | CR | EN | VU | NT | LC | DD | NE | Реликты | Редкие | Эндемики |
|----|------------------------------|---------------------------|-----------------|----|----|----|----|-----------------|----|----|----|----|---------|--------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 18 | <i>Pyrus caucasica</i> | Иран-Туран | Мезофанерофиты | | | | | VU D2 | | | | | | + | |
| 19 | <i>Pyracantha coccinea</i> | Средиземноморье | Микрофанерофит | | | | | B2ab (i, iii) | | | | | | + | |
| 20 | <i>Quercus castaneifolia</i> | Иран-Туран | Мегафанерофиты | | | | | B1b (i, ii, iv) | | | | | + | | |
| 21 | <i>Quercus iberica</i> | Иран-Туран | Мегафанерофиты | | | | | | | | + | | | + | |
| 22 | <i>Quercus macranthera</i> | Европа-Сибирь | Мезофанерофиты | | | | | | | + | | | | + | |
| | <i>Vitis sylvestris</i> | Иран-Туран | Мезофанерофиты | | | | | | + | | | | | + | |
| | <i>Zelkova carpinifolia</i> | Иран-Туран | Мезофанерофиты | | | | | | + | | | | + | | |

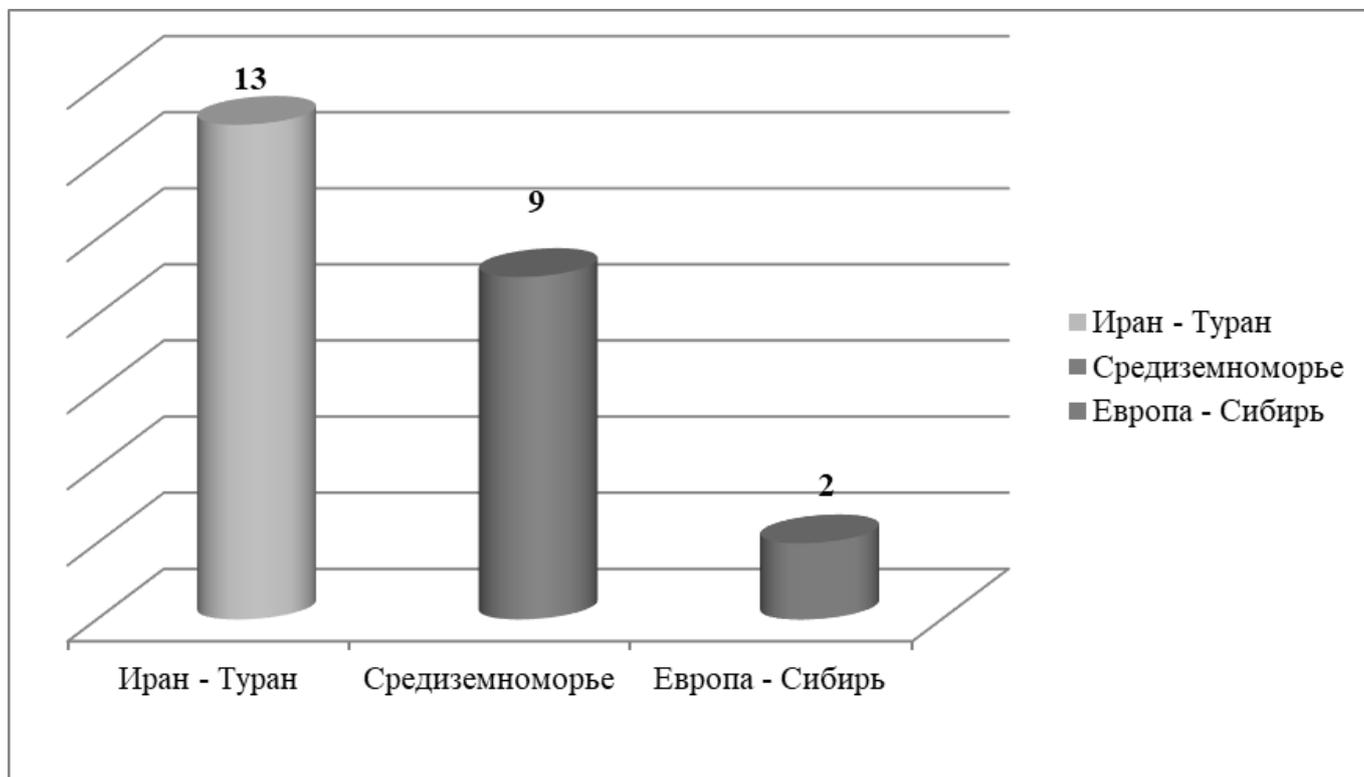


Рис. 3. Спектр фитогеографических районов изучаемых растений

имеющей сухой и полусухой климат, в том числе и в районе исследования. Для Ирано-Туранской фитогеографической области характерны колючие и подушковидные растения с засушливым характером. Действительно, *Juniperus sabina*, *Pyracantha coccinea*, *Pyrus salicifolia*, *Populus euphratica* и другие виды являются растениями вышеупомянутых засушливых районов. Элементы Иран-Турана приспособились к малому количеству осадков и суровым зимним условиям. Элементы этого региона встречаются там, где присутствуют умеренный климат и термические изменения.

С учетом особенностей исследуемой территории Азербайджана под влиянием средиземноморского климата существующая растительность разделена на несколько групп по фитогеографическому району на высотах над уровнем моря (500–2000 м).

В целом, теплую средиземноморскую и основную средиземноморскую растительность с преобладанием кустарниковых видов всегда трудно отличить друг от друга. В некоторых местах группы растений устойчивы в обеих группах.

В Азербайджане на высоте более 1000 м над уровнем моря древесно-кустарниковые виды растений носят ксерофитный характер и состоят из вечнозеленых и листопадных форм. В таких местах встречаются *Juniperus sabina*, *Pinus eldarica*, *Pyracantha coccinea*, *Quercus macranthera* и др. виды.

Растительность Евро-Сибирской фитогеографической области встречается в районах, подверженных влиянию океанического климата. Исследуемые расте-

ния имеют второстепенное распространение в этом регионе (8%). Кроме того, здесь встречаются и такие редкие виды, как *Acer pseudoplatanus*, *Quercus macranthera* и другие.

Иногда один и тот же вид можно встретить в нескольких фитогеографических регионах. С этой точки зрения трудно выделить распространение таких видов по фитогеографическим областям. К таким видам относятся *Juniperus sabina*, *Castanea sativa*, *Quercus macranthera*, *Taxus baccata* и другие. Эти виды встречаются как в Средиземноморском, так и в Евро-Сибирском фитогеографических регионах.

Редкие реликтовые и эндемичные группы изучаемых растений вошли в редкие 54% (13 видов), 41% в реликтовые (10 видов) и 4% (1 вид) в эндемичные группы.

Таким образом, анализ фитоценологических и биоэкологических характеристик интродуцентов, изучаемых в районе исследований и версии 3.1 МСОП, заставляет принять ряд мер по их охране.

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения деревья и кустарники флоры Азербайджана могут быть защищены несколькими способами:

1. Эти растения должны быть защищены от антропогенного воздействия.
2. Важно принять практические меры по охране этих редких жемчужин Азербайджана на стандартных участках, заповедниках и заказниках.
3. Редкие растения имеющие декоративное значение следует широко использовать при создании генофонда, для озеленения в ботанических садах и в ландшафтной архитектуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Искендер Э.О. Охрана редких и находящихся под угрозой исчезновения деревьев и кустарников Азербайджана и анализ их состояния (обзор) // Труды Азербайджанского Ботанического Общества, 2010, I т., с. 23–43.
2. Ильина В.Н. Возможность определения категории редкости видов растений с использованием цено-популяционных методов. / Сборник докл. 20 Любичевские чтения: «Современные проблемы эволюции» Ульяновск: 2006, с. 332–336.
3. Курбанов М.Р., Искендер Э.О. Изучение и сохранение редких и исчезающих древесных растений Азербайджана в ex situ и in situ // Вестник Киевского НУ им. Т. Шевченко, сер. интродукция и сохранение растительного разнообразия, 2009, с. 138–139.
4. Налимова Н.В. Оценка состояния ценопопуляций редких видов растений государственного природного заповедника «Присурский» / Сборник материалов докладов 7 Всероссийского популяционного семинара «Методы популяционной биологии». Сыктывкар: 2004, ч. 1, с. 151–152.
5. Прилипко Л.И., Гогица Е.Е. Редкие виды природной флоры Талыша, заслуживающие охраны // Бюлл. ГБС АН СССР, 1978, № 107, с. 62–68.
6. Семенова Г.П. Программа и методика изучения редких и исчезающих видов флоры Сибири // Вестн. экол., лесоведения и ландшафтоведения (Ин-т Пробл. Освоения Севера СО РАН), 2001, № 2, с. 27–36.
7. Abbasova, S.A. The characteristics of flowering in in-situ and ex-situ condition of species *Pyrus L.* gender on North-Eastern part of the greater Caucasus // S.A. Abbasova, V.M. Novruzov, T.S. Abasova, [et al.] // AMEA-nın Xəbərləri. Biologiya Elmləri Seriyası 72-cild, № 3, — 2017, -s.162–164.
8. Collins B., White P.S., Imm D.W. Introduction to ecology and management of rare plants of southeast // Natural Areas Journal (USA) 2001, v. 21, p. 4–11.
9. Iskender E.O., Zeynalov Y., Ozaslan M. et al. Investigation and introduction of some rare and threatened plants from Turkey // J. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 20/2006/3, p. 60–68.

10. IUCN2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. -IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge: — 2001. — 30 p.
11. IUCN2003. Guidelines for Application of IUCN Criteria at Regional Levels. Version 3.0. IUCN Species Survival Commission. -IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge: — 2003. — 26 p.
12. Ibadullayeva S., Movsumova N., Gasymov N., Mamedli T. Protection of some rare and endangered vegetable plants in the flora of the Nakhichevan AR. *Journal of Biodiversity and Consevation*, 2011, 3(6):224–229
13. Raunkier, C. *The life forms of plants and station plant geography*. / C. Raunkier -Oxford: Clarendon Press. — 1934. — 632 p.

© Ахмедова Айнур Барат кызы (ehmedovaaynur19888@gmail.com), Искендер Эльман Осман оглы (acae55@hotmail.com),
Велиева Лейла Ибрагим кызы (ya.leyla25@yandex.com), Мамедов Тофиг Садиг оглы (dendrary@mail.az),
Аскерова Гюнай Акиф кызы (gunaa94@gmail.com), Багирова Шафаг Алибаба кызы (shafaqbagirova90@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Бакинский государственный университет

ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПЕЩЕРЫ «ЗМЕИНАЯ»

ASSESSMENT OF THE SPECIES DIVERSITY OF MAMMALS IN THE “SNAKE” CAVE

**N. Zhilenko (Efanova)
A. Smirnova**

Summary. The article is devoted to reflecting information about the ecological state of the Zmeina cave in the Mansky district. About the animals that used it as a habitat in the past and at the present time. The discovered and established individuals are predominantly sedentary species. In the course of the work, the material of the bone remains found in the cave was collected and studied. The belonging of the bones found in the cave has been identified. The results of the research will be useful for the preparation of educational materials for new protected areas, as well as for students of biological and environmental training. A list of necessary measures for the conservation of bats and caves as their habitats is presented. A methodological description of the work on the protection of caves is given.

Keywords: speleofauna, mammals, bats, bones, Badzheysky caves, natural monument, wintering grounds.

Жиленко (Ефанова) Наталья Александровна
К.б.н., Сибирский государственный университет
науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева,
г. Красноярск
efanova_natalia@mail.ru

Смирнова Анастасия Валерьевна
Сибирский федеральный университет г. Красноярск
Smirnova.krasnoyarsk@inbox.ru

Аннотация. Статья посвящена отражению информации об экологическом состоянии пещеры Змеиной Манского района. О животных, использующих ее в качестве местообитания ранее и в настоящее время. Обнаруженные и установленные особи являются преимущественно оседлыми видами. В ходе работ был собран и изучен материал костных останков, найденных в пещере. Идентифицирована принадлежность костей, обнаруженных в пещере. Результаты исследований будут полезны для подготовки материалов образования новых ООПТ, а также студентов биологического и экологического профиля подготовки. Представлен перечень необходимых мероприятий по сохранению летучих мышей и пещер, как их местообитаний. Дано методологическое описание проведения работ по охране пещер.

Ключевые слова: спелеофауна, млекопитающие, рукокрылые, костные останки, Баджейские пещеры, памятник природы, зимовки.

В статье представлены результаты натурного обследования пещеры «Змеиная» и камеральной обработки костных материалов. Пещера расположена на территории Красноярского края, Манского района, в 3 км от села Степной Баджей. Протяжённость ходов — 1250 м; глубина — 45 м. Пещера горизонтальная, естественные препятствия — уступ 7 м, наличие узостей, каменных осыпей, камнепадных участков. Имеются уникальные натечные образования, представляющие научное и эстетическое значение; интересна, как экскурсионный объект. Экологическое состояние пещеры удовлетворительное. Посещаемость низкая. Неконтролируемого потока спелеотуристов нет [1].

Пещера «Змеиная» исследовалась неоднократно в 2012, 2013, 2018 годах. Работы проводились в осенне-зимний период. При изучении фауны нами использовались несколько методов исследования (визуальные наблюдения, сбор и определение костного материала,

учет и отлов в убежище зимующих рукокрылых, снятие морфометрических параметров).

В ходе обследований в пещере были обнаружены и подняты на поверхность для дальнейшего изучения кости млекопитающих. Определением костных остатков (кроме отряда Рукокрылые — *Chiroptera*) занимался А.А. Гуляев — главный хранитель красноярского краевого краеведческого музея. Классификация млекопитающих приводится по справочнику-определителю И.Я. Павлинов и др., 2002. Кости, обнаруженные во входном гроте, принадлежали следующим крупным животным:

- ◆ Косуля сибирская (*Capreolus pygargus* Pallas, 1771) — 2 фрагмента черепа;
- ◆ Медведь бурый (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) — фрагмент черепа;
- ◆ Олень благородный (Марал) (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) — лучевая кость.

Скорее всего, эти останки принадлежали жертвам бурого медведя, который использовал узкий входной грот в качестве убежища.

Костные остатки, обнаруженные в глубине пещеры, принадлежали более мелким млекопитающим, таким как:

- ◆ Лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) — нижняя челюсть, фрагмент черепа;
- ◆ Соболь (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) — череп, нижняя челюсть;
- ◆ Ласки и хори (*Mustela* Linnaeus, 1758) — фрагменты черепов;
- ◆ Зайцы (*Lepus* Linnaeus, 1758) — фрагмент черепа;
- ◆ Пищуха северная (*Ochotona hyperborea* Pallas, 1811) — фрагменты черепа;
- ◆ Сурик серый (алтайский) (*Marmota baibacina* Kastschenko, 1899) — фрагменты черепа, плечевая кость, большая берцовая;
- ◆ Полёвочки — (*ARVICOLINAE* Gray, 1821) — фрагменты черепов, нижние челюсти;
- ◆ Бурозубки — (*Sorex* Linnaeus, 1758) — фрагменты черепов, нижние челюсти.

Как попали эти животные в гроты, расположенные далеко от входа, не очень понятно, предположительно, существовал еще один вход в пещеру, который позднее был засыпан.

В настоящее время живые особи перечисленных видов (родов, подсемейств) млекопитающих в пещере не встречаются.

Также, в глубинных гротах пещеры были обнаружены кости рукокрылых. Определением занималась к.б.н, доцент кафедры лесоводства, охраны и защиты леса СибГУ Н.А. Жиленко (Ефанова). Летучим мышам принадлежало 68 черепов и фрагментов черепов. Результаты были следующие:

- ◆ Ушан Огнева (*Plecotus ognevi* Kishida, 1927) — 18 черепов и фрагментов черепа;
- ◆ Трубнонос большой (*Murina hilgendorfi* Peters, 1880) — 32 черепа и фрагмента черепа;
- ◆ Ночница сибирская (*Myotis sibiricus* Eversmann, 1845) — 12 черепов;
- ◆ Ночница Иконникова (*Myotis ikonnikovi* Ognev, 1912) — 2 черепа;
- ◆ Ночница длиннохвостая (*Myotis frater* Gl. Allen, 1923) — 3 черепа;
- ◆ Кожанок северный (*Eptesicus nilssonii* Keyserling et Blasius, 1839) — 1 фрагмент черепа.

При визуальном осмотре на зимовках в пещере «Змеиной», в общей сложности, было зафиксировано 117 особей рукокрылых. Фоновым видов, как и в боль-

шинстве пещер Красноярского края, является ночница сибирская — 100 зверьков. Однако среди них могут встречаться и другие ночницы — Иконникова и длиннохвостая, к сожалению, без отлова и снятия морфометрических параметров со всех ночниц, невозможно достоверно сказать были они на зимовке или нет, так как внешне эти виды схожи.

Нам удалось измерить лишь шесть спящих ночниц, пять из них оказались ночницами сибирскими (одна самка и четыре самца) и одна ночница Иконникова (самка), остальные располагались в недоступных местах высоко на стенах, сводах и потолках гротов, и переходах пещеры.

Также в пещере были обнаружены девять зимующих особей ушана Огнева, четыре трубноноса больших и три кожанка северного. Морфометрические показатели были сняты с одного ушана Огнева (самка) и кожанка северного (самка). Все метрические промеры соответствуют литературным данным [2].

Четыре вида летучих мышей — *Murina hilgendorfi*, *Myotis ikonnikovi*, *Myotis frater* и *Eptesicus nilssonii* занесены в Красную книгу Красноярского края [3].

Пещера «Змеиная» является зимним убежищем летучих мышей. Так как пещера расположена далеко от города, посещается редко и уровень беспокойства низок, то возможно её использование самцами и не размножающимися самками рукокрылых и в летний период.

Для сохранения пещеры и её обитателей, прежде всего летучих мышей, было рекомендовано провести следующие мероприятия:

1) Устранить излишнее беспокойство путем установки решетки на вход. Решетка позволяет свободно проникать внутрь рукокрылым, но не людям. Для эффективности и безопасности, решетки должны иметь горизонтальные прутья, соответствующие данному подземелью дизайна и конструкции. Расстояние между прутьями является одним из наиболее важных параметров. Рекомендуется оставлять свободное пространство в 150 мм между прутьями. Например, при использовании прутьев из нержавеющей стали диаметром 20 мм (радиусом 10 мм), промежутки в 150 мм свободного пространства потребуют 170 мм между центрами прутков.

Если горизонтальные прутья находятся на расстоянии 130–150 мм, вертикальные прутья должны быть расположены на большем расстоянии. Точное расстояние между прутьями можно выбрать в соответствии с общим размером решетки, но оно должно быть в пределах 450–750 мм [4].

Решетка была установлена в конце 2012 года во входном гроте на расстоянии 4-х метров от входа.

2) Придать пещере «Змеиная» статус памятника природы (охраняемое убежище рукокрылых).

В настоящее время идет процесс подготовки документации для создания особо охраняемой природной

территории — памятника природы краевого значения «Баджейские пещеры», к которым, в том числе, относится и пещера «Змеиная».

Описанные мероприятия помогут сохранить экологическое состояние пещеры на высоком уровне и оградят популяции зимующих летучих мышей от антропогенного воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. База знаний спелеологии. Научно-исследовательский материал по спелеологии — <http://www.krasspeleo.ru/>
2. Павлинов И.Я., Курскоп С.В., Варшавский А.А., Борисенко А.В. Наземные звери России // Справочник — определитель. — М.: Изд-во КМК, 2002. — 298 с.
3. Красная книга Красноярского края: В 2 т. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / А.П. Савченко А.А. Баранов, В.И. Емельянов, В.А. Заделенов, Л.А. Колпачиков, Г.А. Соколов, и др.; // гл. ред. А.П. Савченко; 3-е изд., перераб. и доп.; СФУ. — Красноярск, 2011. — 205 с.: 176 ил.
4. Митчелл-Джонс А. Дж., Бихари З., Мазинг М., Родригес Л. Подземные убежища рукокрылых: охрана и управление. — 2007. — 28 с. — (EUROBATS Publication Series No. 2. Русская версия.)

© Жиленко (Ефанова) Наталья Александровна (efanova_natalia@mail.ru), Смирнова Анастасия Валерьевна (Smirnova.krasnoyarsk@inbox.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ИТОГИ ТРЕХГОДИЧНОГО МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ СВОБОДНОЖИВУЩИХ ПТИЦ НА ОТКРЫТОЙ МОДЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ МОСКОВСКОГО ЗООПАРКА

THE RESULTS OF THE THREE-YEAR MONITORING OF THE DYNAMICS OF THE NUMBER OF FREE-LIVING BIRDS AT THE OPEN MODEL SITE OF THE MOSCOW ZOO

**M. Lomskov
A. Konovalov
V. Zhukova**

Summary. This article presents and analyzes the results of accounting for the number of model species of synanthropic birds at one of the open expositions (Big pound) of the Old territory of the Moscow Zoo. A number of patterns of seasonal population change are noted, and the interrelation of the influence of anthropogenic transformation (in particular, reconstruction and renovation of neighboring zoo expositions) on the dynamics of the number of individuals of the studied species is traced.

Keywords: anthropogenic environment, sinantropic species of birds, zoo, open expositions, environmental monitoring.

Ломсков Михаил Александрович

К.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва
lomskovma@mail.ru

Коновалов Александр Михайлович

К.с.-х.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва
zoolog82@mail.ru

Жукова Виктория Александровна

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени им. К.И. Скрябина, Москва
viki.zhukova@yandex.ru

Аннотация. В настоящей статье представлены и проанализированы результаты учетов численности модельных видов синантропных птиц на одной из открытых экспозиций (Большой пруд) Старой территории Московского зоопарка. Отмечен ряд закономерностей сезонного изменения населения, а также прослежена взаимосвязь влияния антропогенной трансформации (в частности, реконструкции и обновления соседних экспозиций зоопарка) на динамику численности особей исследуемых видов.

Ключевые слова: антропогенная среда, синантропные виды птиц, зоопарк, открытые экспозиции, экологический мониторинг.

Исследование видов, обитающих в условиях антропогенно преобразованных городских территорий, является одним из актуальных направлений работ в современной экологической науке. Данное обстоятельство обусловлено все усиливающейся трансформацией естественных ландшафтов и, соответственно, увеличению антропогенного давления на окружающую среду. Ввиду этого, изучение организмов, обитающих в преобразованной среде, дает возможность получить представления об изменениях их образа жизни, а также позволяет проследить за относительно небольшой промежуток времени стартовые этапы микроэволюционных модификаций [4].

Цель исследования

Цель исследования состояла в изучении изменения численности фоновых видов синантропных птиц на модельной открытой экспозиции Московского зоопарка. Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи:

- ♦ Исследовать видовой состав свободноживущих птиц города, беспрепятственно залетающих на территорию опытной площадки Московского зоопарка;
- ♦ Провести периодические учеты численности преобладающих видов синантропных птиц;

Таблица 1. Количество синантропных птиц на модельной площадке Московского зоопарка в первый сезон наблюдений

| Месяц учета | Вид | | | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| | Ворона серая | Галка обыкн. | Голубь сизый | Воробьи |
| Сен (4) | 26,0±6,0 | 0 | 98,5±12,5 | 140,0±40,0 |
| Окт (4) | 27,0±6,0 | 2,5±2,5 | 112,5±9,0 | 203,0±20,0 |
| Ноя (4) | 48,0±8,0 | 34,0±8,5 | 110,25±1,7 | 123,5±2,5 |
| Дек (3) | 40,0±1,0 | 20,5±7,0 | 85,0±7,0 | 196,5±4,5 |
| Янв (3) | 46,5±4,5 | 67,0±6,0 | 70,5±3,5 | 200,0±2,0 |
| Фев (3) | 39,6±3,0 | 80,5±3,0 | 46,0±6,0 | 364,0±10,0 |
| Март (4) | 39,5±5,5 | 34,5±2,5 | 82,5±3,5 | 263,5±28,5 |
| Апр (4) | 30,0±2,0 | 13,0±4,0 | 94,0±2,0 | 200,0±17,0 |
| Май (4) | 15,25±2,0 | 2,0±0,9 | 87,75±10,4 | 84,75±8,4 |

- ♦ Изучить сезонную динамику изменения видового состава и населения исследуемых модельных видов;
- ♦ Проанализировать итоги мониторинга на предмет наличия взаимосвязи между динамикой численности изучаемых видов авифауны и степенью антропогенной трансформации рядом расположенных городских территорий.

Данная публикация представляет собой продолжение серии работ, посвященных сезонному мониторингу изменения численности модельных видов синантропных птиц на одной из открытых экспозиции Московского зоопарка (акватория Большого пруда) [2,3].

Материалы и методы исследования

В настоящий отчет вошли результаты учетов численности, проведенных на протяжении трех сезонов: 2017/2018, 2018/2019 и 2020/2021. В каждом из сезонов мониторинга наблюдения осуществляли с сентября по май, не менее трёх раз в месяц в светлое время суток. Каждое наблюдение (обход пруда) занимало порядка 40–50 минут. Всего за 3 сезона мониторинга было проведено 99 наблюдений общей длительностью более 70 часов.

Подсчёт вели визуально, как невооружённым глазом, так и с использованием бинокля с 8-ми кратным увеличением. Для предупреждения повторного учета особей не считали птиц, залетающих в поле зрения из-за спины.

Перед тем, как перечислить виды исследуемых синантропных птиц, будет уместно дать краткое описание водоёма, который послужил площадкой для наблюдений. Большой пруд расположен на Старой территории Московского зоопарка в непосредственной близости от главного входа. Площадь водного зеркала состав-

ляет порядка 1,5 Га. По периметру пруда имеется сетчатый забор, который предохраняет водоплавающих птиц (из коллекции зоопарка) от посетителей, но не является преградой для залетающих птиц-нахлебников.

На самой акватории расположены острова разных размеров с домиками для гнездования особей из коллекции зоопарка. На одном из берегов обустроена кормовая коса — специализированная насыпь для кормления гусеобразных. При подсчёте синантропных птиц было важно обращать особое внимание на места кормления гусеобразных, так как они являются особенно привлекательными для залетающих на акваторию пруда птиц.

Основными видами птиц, за которыми вели наблюдения, были: голубь сизый (*Columba livia*), ворона серая (*Corvus cornix*), галка обыкновенная (*Corvus monedula*), домовый (*Passer domesticus*) и полевой (*Passer montanus*) воробьи. Все перечисленные виды являются массовыми и обычными на территории Москвы.

Результаты исследований

Данные, полученные по итогам мониторинга, были подвергнуты процедуре статистической обработки с использованием программы Microsoft Excel 2013. Средние значения приведены как $X \pm$ ошибка среднего значения. Результаты учетов численности модельных видов синантропных птиц в течение 3 сезонов наблюдений с сентября по май мониторинга отражены в таблице 1–3.

В таблицах 1–3 цифра в столбце «месяц учета» в скобках приведено количество учетов, проведенных в отчетном месяце, в столбце вид «Воробьи» обобщены данные по двум видам (домовый и полевой воробьи), которых из-за скученности птиц было трудно визуаль-но дифференцировать.

Таблица 2. Количество синантропных птиц на модельной площадке Московского зоопарка во второй сезон наблюдений

| Месяц учета | Вид | | | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| | Ворона серая | Галка обыкн. | Голубь сизый | Воробьи |
| Сен (4) | 27,0±2,7 | 0 | 91,0±9,6 | 194,0±4,7 |
| Окт (4) | 41,6±2,3 | 17,6±4,7 | 114,0±15,0 | 177,0±24,0 |
| Ноя (4) | 60,0±6,5 | 27,6 ±3,0 | 96,0±4,6 | 255,0±36,6 |
| Дек (3) | 15,5±1,5 | 39,5±3,8 | 19,5±14,5 | 486,0±16,0 |
| Янв (3) | 18,3±3,1 | 50,3±4,1 | 86,0±4,6 | 361,0±24,6 |
| Фев (3) | 43,0±2,3 | 41,6±4,4 | 8,0±15,0 | 361,3±19,7 |
| Март (4) | 37,6±2,3 | 32,0±2,5 | 67,3±4,9 | 250,0±20,3 |
| Апр (4) | 31,0±2,0 | 10,5±3,5 | 86,5±1,5 | 168,5±23,5 |
| Май (4) | 17,0±1,1 | 0 | 78,6±1,8 | 131,0±25,5 |

Результаты учетов численности модельных видов синантропных птиц в первом сезоне (сентябрь 2017 г.— май 2018 г.) мониторинга отражены в таблице 1.

Анализ результатов учетов численности модельных видов синантропных птиц в первом сезоне (сентябрь 2017 г.— май 2018 г.) показал, что наибольшее количество птиц представлено двумя видами воробья (домовый и полевой) и составляет 52,08–68,67% от всех обнаруженных птиц практически в течение всего периода наблюдений. Исключение составляют месяцы ноябрь 2017 г. и май 2018 г., где их численность составляет 39,11% и 44,66% от общего количества птиц, соответственно.

Наименьшее количество особей среди всех обнаруженных и изучаемых видов птиц замечено у галки обыкновенной (*Corvus monedula*) — 0,72–10,77%. Причем в сентябре данный вид обнаружен не был. В январе и феврале численность галки обыкновенной оказалась выше по сравнению с численностью вороны серой и составила 17,45% и 15,19%, против 12,11% и 7,47%, соответственно.

В целом численность вороны серой среди изучаемых видов птиц варьировалась в пределах 7,47–15,20%. Количество особей голубя сизого составило минимально 8,68%, а максимально 46,25% от общего числа птиц. Таким образом, можно сделать вывод, что основную массу птиц составили воробьи (домовой и полевой) и голуби: 70,44–91,45%.

Результаты учетов численности модельных видов синантропных птиц во втором сезоне (сентябрь 2018 г.— май 2019 г.) мониторинга отражены в таблице 2.

Анализ, полученных результатов численности модельных видов синантропных птиц во втором сезоне (сентябрь 2018 г.— май 2019 г.) показал, что процент-

ное соотношение воробьев (суммарно домового и полевого) и остальных модельных видов выросло на 1,88–29,25%, по сравнению с первым сезоном и составило 50,54–86,87% от всех исследуемых видов птиц. Исключение составили данные за октябрь 2018 г. и апрель 2019 г. В данные месяцы, по сравнению с прошлым сезоном, произошло снижение численности воробьев на 8,30% и 2,52%, соответственно.

Во втором сезоне количество воробьев (домовой и полевой) и голубей составило 80,03–92,50% от общего числа модельных птиц, что выше на 1,18–16,25% по сравнению с первым сезоном. Исключение составили данные за октябрь 2018 г., март 2019 и апрель 2019 г. В данные месяцы, по сравнению с прошлым сезоном, произошло снижение численности особей обоих рассматриваемых видов на 8,35%, 0,37% и 1,24%, соответственно.

Количество особей вороны серой и галки обыкновенной варьировалось в пределах 7,50–19,97%, причем особей первого вида врановых в течение практически всего периода наблюдений было больше на 0,31–8,65%. Исключение составили декабрь 2018 г. и январь 2019 г. Результаты наблюдений показали, что численность галки обыкновенной было больше данного показателя у вороны серой на 4,28% и 6,21%, соответственно.

Результаты учетов численности модельных видов синантропных птиц в третьем сезоне (сентябрь 2020 г.— май 2021 г.) мониторинга отражены в таблице 3.

Анализ результатов учетов численности модельных видов синантропных птиц в третьем сезоне (сентябрь 2020 г.— май 2021 г.) мониторинга представленных в таблице 3, показал, что произошло резкое снижение численности воробьев (и домового и полевого) по сравнению со вторым сезоном (сентябрь 2018 г.— май 2019 г.). Разница составила 6,96–45,78%, то есть 14,76–63,74%

Таблица 3. Количество синантропных птиц на модельной площадке Московского зоопарка в третий сезон наблюдений

| Месяц учета | Вид | | | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | Ворона серая | Галка обыкн. | Голубь сизый | Воробьи |
| Сен (4) | 31,4±4,9 | 0 | 17,6±8,3 | 43,1±9,7 |
| Окт (4) | 211,8±59,9 | 0 | 9,3±1,9 | 38,3±21,1 |
| Ноя (4) | 89,0±38,7 | 12,7±9,7 | 22,0±7,2 | 129,7±35,8 |
| Дек (3) | 104,0±35,3 | 29,3±26,8 | 30,0±5,9 | 287,0±100,5 |
| Янв (3) | 70,0±20,1 | 19,5±15,5 | 35,3±4,7 | 191,0±48,3 |
| Фев (3) | 84,3±11,4 | 22,8±9,3 | 55,5±16,7 | 93,7±21,4 |
| Март (4) | 104,7±77,4 | 21,6±12,4 | 129,3±23,9 | 59,3±12,3 |
| Апр (4) | 63,5±21,1 | 0 | 138,8±54,5 | 92,0±28,1 |
| Май (4) | 21,2±7,8 | 0 | 109,0±11,2 | 76,9±8,1 |

в третьем сезоне против 50,54–86,71% во втором сезоне, соответственно. При сравнении третьего сезона с первым сезоном (сентябрь 2017 г. — май 2018 г.) также выявлено, что численность воробья также ниже, разница составила 6,13–44,8%, но, в отличие от второго сезона, имеются месяцы (ноябрь и декабрь 2020 г. и января 2021 г.), где численность в третьем сезоне по сравнению с первым сезоном была выше на 6,28–12,07%.

На фоне снижения численности особей воробьев в третьем сезоне, численность вороны серой по сравнению со вторым и с третьим сезоном возросла на: 2,73–69,77 и 2,20–73,82%, соответственно в сравнении со вторым и с первым сезонами. Численность галки обыкновенной наоборот несколько снизилась. Разница между третьим и вторым сезонами составила: 0,27–5,03% (в сентябре и мае численность равна «0»), а между третьим и первым сезонами — 0,72–11,27% (в сентябре также численность равна «0»). Количество особей голубя сизого в сравнении как третьего и второго, так и третьего и первого сезонов сильно варьировалась. Причем в сентябре, октябре, ноябре и январе выявлено снижение (на 5,55–28,97% между третьим и вторым сезонами и 7,18–29,02% между третьим и первым сезонами), а с февраля по май повышение (17,94–23,67% между третьим и вторым сезонами и 6,39–21,42% между третьим и первым сезонами). Исключение выявлено только в декабре месяце при сравнении третьего и первого сезонов: было зафиксировано снижение численности голубя сизого на 18,19%.

Стоит отметить, что в третьем сезоне и общая численность птиц резко сократилась по сравнению со вторым сезоном, минимальная разница составила 0,74% в мае, а максимальная 70,48% в сентябре. При сравнении общей численности птиц в третьем и первом сезоне выявлено также снижение: минимальное — 12,67%,

а максимальное — 65,18%. При этом в декабре 2017 г. и мае 2018 г. общая численность в первом сезоне по сравнению с третьим (декабрь 2020 г. и май 2021 г.) была выше на 31,67% и 9,14%, соответственно.

Несмотря на то, что общая численность птиц (в частности, численность воробьев) снижается в третьем сезоне, общий показатель численности двух видов воробьев (домовой и полевой) и голубя сизого среди общей численности по сравнению со вторым сезоном составляет 58,21–89,76%, исключение октябрь 2021 г., когда численность данных видов птиц снизилась до 18,35%.

Начиная обсуждение изменения численности особей выбранных видов свободноживущих птиц, следует, прежде всего, отметить общую тенденцию к увеличению численности исследуемых видов на модельной открытой экспозиции в зимние периоды, что характерно для воробьев и для галок, и в весенне-осенние периоды, что было отмечено для ворон и голубей.

В первом случае данное явление связано с увеличением снежного покрова и уменьшением температуры воздуха. При сочетании подобных условий свободноживущим птицам города сравнительно менее энергетично искать пропитание на территории зоопарка, в том числе, например, на кормовой косе модельной экспозиции, где сотрудники круглогодично рассыпают корм для гусеобразных птиц коллекции зоопарка. Особенно ярко увеличение численности особей было отмечено для галок. Так, в частности в ходе наблюдений было выявлено, что по мере снижения температуры и увеличения высоты снежного покрова галки начинали агрегироваться в стаи, отмеченные на значительной территории зоопарка. Схожая тенденция к формированию особями данного вида врановых стай в черте города в зимнее время была прослежена и в ранее опу-

бликованных статьях, посвященных исследованиям синантропных птиц [1].

Если же рассматривать ситуацию увеличения населения ворон и голубей на модельной экспозиции в весенние и осенние месяцы, то можно отметить незначительную флуктуацию численности особей данных видов, что, на наш взгляд, связано с емкостью среды, т.е. с количеством кормов и мест для укрытия от неблагоприятных погодных условий (ветер, дождь, снег и т.п.). Так, например, подавляющее большинство воробьев (90–95%) было учтено внутри крытого вольера примыкающего к одному из берегов Большого пруда, а голуби, зачастую, скапливались на крышах и под навесами различных помещений, расположенных по периметру экспозиции.

Помимо зависимости численности особей синантропных птиц на открытых экспозициях зоопарка от погодных условий, необходимо также отметить, что по результатам проведенного мониторинга можно обнаружить связь динамики численности исследуемых видов (как одних из наиболее массовых в орнитофауне свободноживущих птиц города) со степенью антропогенной трансформации близлежащих территорий. Для начала нужно упомянуть, что открытые экспозиции зоопарка, впрочем, как и территории других ООПТ, расположенных в городской черте, являются для многих видов животных своеобразным рефугиумом, где они могут переждать неблагоприятные условия окружающей среды. В частности, на открытых экспозициях Московского зоопарка полностью отсутствуют или минимальным образом воздействуют такие отрицательные факторы антропогенной среды, как: техногенные шумы (например, от строительных работ, автотранспорта, метрополитена), угроза столкновения с движущимися средствами, прямое преследование со стороны других более крупных синантропных животных (бродячие кошки, собаки) или отдельных маргинальных слоев общества (бездомные).

Заключение

Численность модельных видов свободноживущих птиц в пределах исследуемой части зоопарка на протяжении всех сезонов мониторинга была относительно стабильной (если не брать в расчет сезонные изменения, причины которых были обсуждены выше) также

и по причине того, что антропогенные преобразования близлежащих территорий (строительство торгово-развлекательных центров, открытие новых станций метро и пр.) происходило примерно в одинаковом темпе, что, в краткосрочной перспективе 3 сезонов мониторинга существенным образом не отразилось на динамике численности исследуемых видов.

Следует также упомянуть и про локально действующие факторы антропогенных преобразований территории самого зоопарка. Речь идет про работы по благоустройству, в частности, про реконструкцию экспозиции «Скала», на которой содержатся различные представители соколообразных (Falconiformes). В ходе ремонтных работ отдельных особей хищных птиц временно перемещали, например, в крытый проходной вольер, располагающийся у берега Большого пруда, в который, обычно, залетают воробьи и чуть реже голуби. Присутствие хищника в этом вольере отпугивало часть особей синантропных птиц, что сказалось на уменьшении их численности в отдельные учеты. Также, например, в осенний период первого сезона мониторинга пик численности сизого голубя и воробьев был отмечен в тот момент (октябрь), когда по периметру акватории пруда были установлены вендинговые аппараты по продаже корма для желающих покормить гусеобразных птиц из коллекции зоопарка. Порции корма, например, случайно выпавшие из рук посетителя или из самого аппарата могут быть отличным дополнительным источником питания для голубей и воробьев.

Кроме того, следует отметить, что сравнительное уменьшение общей численности особей исследуемых видов в третьем сезоне может быть связано с работами по реконструкции других соседних экспозиций, расположенных на Старой территории зоопарка. Также одним из факторов антропогенной нагрузки, который, возможно, повлиял на динамику численности синантропных птиц, является возведение нового пешеходного моста, соединяющего две территории зоопарка, что сопровождается активными ремонтными работами в непосредственной близости от модельной площадки учетов.

В настоящее время для получения большего массива данных для дальнейшего анализа учеты численности проводятся с такой же периодичностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Константинов, В.М. Изменение пространственно-этологической структуры популяций врановых при возрастании антропогенных воздействий (второе издание) / В.М. Константинов, И.Г. Лебедев // Русский орнитологический журнал, экспресс-выпуск. — 2009. — Т. 18. — С. 1780–1782.
2. Ломсков, М.А. Двухгодичный мониторинг численности отдельных видов синантропных птиц на модельной площадке Московского зоопарка / Ломсков М.А. // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. Научно-практический журнал. — М., 2019. — № 9. — С. 92–97.

3. Ломсков, М.А. О результатах мониторинга отдельных видов врановых на прудах Московского зоопарка / М.А. Ломсков, В.А. Остапенко // Экология врановых птиц в естеств. и антропог. ландшафтах Северной Евразии. Мат. Всероссийской науч. конф. с межд. участием, посвященной 80-летию д.б.н., проф. Константинова В.М., Казань, 25–27 апреля 2017 г. — Казань: ООО «Олитех». — 2017. — С. 121–124.
4. Морозов, Н.С. Птицы городских лесопарков как объект синэкологических исследований: наблюдается ли обеднение видового состава и компенсация плотностью? / Морозов Н.С. // Виды и сообщества в экстремальных условиях. Сборник, посвященный 75-летию акад. Ю.И. Чернова. — Москва-София: Тов-во науч. изд. КМК и PENSOFT. — 2009. — С. 429–486.

© Ломсков Михаил Александрович (lomskovma@mail.ru), Коновалов Александр Михайлович (zoolog82@mail.ru),

Жукова Виктория Александровна (viki.zhukova@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ТРЕХ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ МОСКВЫ

MONITORING OF THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE SNOW COVER OF INDIVIDUAL SECTIONS OF THREE PARK TERRITORIES IN MOSCOW

**M. Lomskov
A. Konovalov
K. Shurukht**

Summary. This article presents the results of work on the qualitative determination of iron (III), lead and copper ions in samples of snow cover of three park zones in Moscow (Sokolniki Park; CPKiO named after M. Gorky; Mitino Landscape Park). According to the results of the research, it was revealed that lead and iron ions were detected in all snow samples.

Keywords: anthropogenic environment, heavy metals, snow cover, park areas of Moscow, qualitative analysis.

Ломсков Михаил Александрович

К.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва
lomskovma@mail.ru

Коновалов Александр Михайлович

К.с.-х.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва
zoolog82@mail.ru

Шурухт Кирилл Игоревич

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва

Аннотация. В данной статье представлены результаты работы по качественному определению ионов железа (III), свинца и меди в образцах снежного покрова трех парковых зон Москвы («ПКиО «Сокольники»; ЦПКиО имени М. Горького; Ландшафтный парк «Митино»). По итогам исследований было выявлено, что во всех образцах снега были обнаружены ионы свинца и железа.

Ключевые слова: антропогенная среда, тяжелые металлы, снежный покров, парковые зоны Москвы, качественный анализ.

Антропогенное давление на окружающую среду увеличивается год от года, что, во многом, обусловлено продолжающимся ростом численности населения. Последнее, в свою очередь, является главной причиной преобразования окружающей среды и превращения естественных природных сообществ в городскую (урбанизированную) среду. В сложившихся реалиях одним из актуальных направлений экологических исследований становятся работы по мониторингу состояния различных компонентов окружающей среды городских территорий (например, атмосферы, почвы, водоемов и пр.) и организмов, существующих в данных трансформированных (по сравнению с естественной средой) условиях.

Выявление ионов тяжелых металлов в атмосферном воздухе посредством изучения снежного покрова является одной из злободневных проблем прикладной экологии. Это связано с тем, что тяжелые металлы не входят в состав органических соединений, но в тоже

время являются важнейшими составными компонентами ряда ферментов и других биологически активных соединений, участвующих в отдельных физиологических процессах (Тейлор и др., 2021).

Необходимое количество ионов тяжелых металлов в организмах поддерживается исключительно за счет ресурсов окружающей среды. Однако, в то же время, чрезмерная концентрация тяжелых металлов отрицательным образом влияет на жизнедеятельность организмов, вызывая ряд патологических состояний, например, отравления (Дабахов, 2005).

Цель исследования

Цель настоящего исследования состояла в качественном определении ионов ряда тяжелых металлов (железа (III), свинца и меди) в образцах снежного покрова, собранных в трех парковых зонах Москвы.

Таблица 1. Итоги качественного анализа проб снега

| Парки | Ионы металлов | | |
|---------------------------|---------------------------------|-------------|-----------|
| | Железо (III) — Fe ⁺³ | Свинец — Pb | Медь — Cu |
| ПКиО «Сокольники» | + | + | + |
| ЦПКиО имени М. Горького | + | + | — |
| Ландшафтный парк «Митино» | + | + | — |

Примечания:

- «+» — в исследуемых пробах снега обнаружено наличие ионов исследуемых тяжелых металлов;
 «-» — в исследуемых пробах снега **не** обнаружено наличие ионов исследуемых тяжелых металлов.

Материалы и методы исследования

Пробы снега были собраны на опытных площадках (по три площадки в каждом из парков) в следующих столичных парках:

- ◆ Государственное автономное учреждение культуры города Москвы «Парк Культуры и Отдыха «Сокольники» — ГАУК г. Москвы «ПКиО «Сокольники»;
- ◆ Центральный Парк Культуры и Отдыха имени М. Горького — ЦПКиО имени М. Горького, УПДК г. Москвы;
- ◆ Ландшафтный парк «Митино».

На территории вышеуказанных исследуемых парковых зон было отобрано по 3 пробы снега, объемом 80 мл каждая. Для проведения химических исследований пробы снега из каждой парковой зоны обобщали в одну аналитическую пробу.

Этапы работы:

- ◆ подготовка снежных проб к анализу;
- ◆ подготовка водной вытяжки;
- ◆ качественное определение исследуемых ионов в вытяжке.

Таяние снега осуществляли при комнатной температуре (20 ± 5°C). Для получения твердого осадка все образцы талой воды пропускали через фильтр «синяя лента». Фильтры с осадком высушивали при комнатной температуре, а после помещали в сушильный шкаф (105 ± 5°C).

Определение ионов изучаемых тяжелых металлов проводили с помощью следующих качественных реакций:

1. для ионов железа (III):
 ◆ $4Fe + 3[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow$
 $Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow$ — темно-синий осадок (берлинская лазурь);
2. для ионов свинца:
 ◆ $Pb_2 + 2I \rightarrow PbI_2 \downarrow$ (желтый осадок)
 $PbI_2 \downarrow$ — желтый осадок;
3. для ионов меди:
 ◆ $Cu^{+2} + 4NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{+2} + 4H_2O$
 $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$ — синяя или фиолетовая окраска.

Результаты исследований

Результаты качественных реакций по определению ионов исследуемых тяжелых металлов, полученные после проведения опытов, отражены в таблице 1.

Как видно из данных приведенных в таблице 1 ионы всех трех исследуемых тяжелых металлов были идентифицированы только в пробах снега, собранных на опытных площадках, расположенных в ГАУК г. Москвы «ПКиО «Сокольники». В образцах, собранных на территориях ЦПКиО имени М. Горького и Ландшафтного парка «Митино», не было выявлено ионов меди.

Анализируя местоположение исследуемых парков, скорее всего, обнаружение ионов всех исследуемых тяжелых металлов в образцах снега, взятых на модельных площадках ГАУК г. Москвы «ПКиО «Сокольники», на наш взгляд, обусловлено следующими факторами:

- ◆ близость расположения железнодорожных путей;

- ◆ расположение в непосредственной близости автомобильной лаборатории одного немецкого бренда;
- ◆ нахождение на территории парка ряда медицинских учреждений.

Отдельно также следует отметить, что в пробах снега из всех парковых зон были выявлены ионы свинца. Их наличие в снежном покрове обусловлено выбросами выхлопных газов автотранспорта. Именно отработанные газы автомобильного транспорта являются основным поставщиком (до 98%) свинца в воздух городов. При этом содержание свинца в воздухе увеличивается от средних значений в 3 мкг/м³ до 22 мкг/м³ (Мельников, 2009).

В настоящее время для получения массива статистических данных для дальнейшего сравнительного анализа и изучения динамики накопления тяжелых метал-

лов, работы по мониторингу чистоты снежного покрова в исследуемых парковых зонах Москвы продолжаются.

Заключение

Загрязнение атмосферы происходит, как и от естественных источников (в частности, пыльца растений, лесные пожары, пыль и т.п.), так и от антропогенных. В зимний период, особенно в условиях городской среды, воздействие природных источников сравнительно незначительное и первостепенное загрязнение атмосферы обусловлено функционированием различных промышленных предприятий и выхлопами автотранспорта. Атмосферные загрязнения вместе со снеговыми осадками аккумулируются в снежном покрове. По данной причине снежный покров является показательным объектом оценки состояния городской среды, отражая уровень загрязнения приземных слоев атмосферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников, А.А. Проблемы окружающей среды и стратегия ее сохранения: Учеб. пособие для вузов / А.А. Мельников — М.: Академический проект; Гаудеамус, 2009. — 720 с.
2. Тейлор, Д. Биология: в 3-х томах / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут — пер. с англ., под ред. Беловой Н.В. — М.: Лаборатория знаний, 2021. — 1340 с.
3. Дабахов, М.В. Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования / М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова, В.И. Титова — Н. Новгород, 2005. — 166 с.

© Ломсков Михаил Александрович (lomskovma@mail.ru), Коновалов Александр Михайлович (zoolog82@mail.ru),
Шурухт Кирилл Игоревич (zoolog82@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Мурадова Севда Магеррам гызы

Преподаватель, Азербайджанский Государственный
Педагогический Университет, г. Баку
sevdamuradova3@gmail.com

ASSESSMENT OF THE TOXICITY OF FUNGI ISOLATED FROM VARIOUS SOURCES

S. Muradova

Summary. The purpose of the presented work is assessment the phytotoxic activity of micromycetes isolated from water, soil and plants. From the results of research of various biotope isolated 34 species of micromycetes. It is established that among the isolated micromycetes only 7 species are spread in all three biotopes. Their phytotoxic activity was assessed to the germinates of wheat seeds and beans. Became clear that all registered fungi, regardless of the source of isolation, have phytotoxic activity and this activity is characterized by close indicators, however, the activity of fungi isolated from plants and soils is relatively higher than that of fungi isolated from water.

Keywords: various biotopes, micromycetes, phytotoxic activity.

Аннотация. Целью данной работы является оценка фитотоксической активности микромицетов, выделенных из воды, почвы и растений. В результате исследований из разных биотопов выделено 34 вида микромицетов. Установлено, что среди выделенных микромицетов только 7 видов распространены во всех трех биотопах. Их фитотоксическая активность оценивалась по всхожести семян пшеницы и фасоли. Выявлено, что все зарегистрированные грибы, независимо от источника выделения, обладают фитотоксической активностью и эта активность характеризуется близкими показателями, однако, активность грибов, выделенных из растений и почв, относительно выше, чем у грибов, выделенных из воды.

Ключевые слова: различные биотопы, микромицеты, фитотоксическая активность.

Грибы, характеризующиеся в настоящее время как одна из групп живых организмов, представленных многочисленными видами, обладают способностью широкого распространения в содержащих органическое вещество различных биотопах [8, 11, 15]. Считается, что первые грибные организмы возникли около миллиарда лет назад, спустя 500 000 лет существовали с водорослями и беспозвоночными через, а через 250 000 лет смогли образовать симбиоз (микоризу) с растениями. Около 70–50 миллионов лет назад сформировались почти все основные группы грибов, известные сегодня микологам [5]. Однако история изучения грибов как самостоятельного царства не очень древняя, и это подтверждается идеями Уитикера 1969 г [17]. По этой причине они выполняют важные функции в экосистемах, в которых распространены. Грибы, активно участвующие в процессах почвообразования, минерализации органических остатков, обогащении почв биологически активными веществами и др. в подобных процессах, вызывают также различные патоло-

гии у живых организмов, в том числе и у человека [1, 7, 13]. Поэтому, грибы всегда находятся в центре внимания ввиду их полезных свойств, либо из-за причиняемого патологиями вреда.

Следует отметить, что в результате загрязнения окружающей среды, ухудшения экологической обстановки и др. нежелательных ситуаций у людей возникают определенные проблемы со здоровьем [14]. К этим проблемам относятся заболевания, вызываемые различными живыми организмами, а также отравления, вызванные синтезируемыми ими токсическими веществами. По этой причине на современном этапе одним из современных направлений исследований грибов является определение их токсигенности, а точнее, выявление способности синтеза ими метаболитов токсического действия [9]. В связи с этим многие научные центры мира проводят исследования в различных аспектах, направленные на выяснение токсигенности грибов. В настоящее время научными исследования-

Таблица 1. Видовой состав грибов, выделенных из разных биотопов

| Torpaq | Su | Bitki |
|--|---|---|
| 1. <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl. | 1. <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl | 1. <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl |
| 2. <i>Aspergillus flavus</i> Link | 2. <i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen | 2. <i>A.chrysantemi</i> E.G. Simmons & Crosier |
| 3. <i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen | 3. <i>Aspergillus niger</i> Tiegh | 3. <i>Aspergillus niger</i> Tiegh |
| 4. <i>Aspergillus niger</i> Tiegh | 4. <i>Aspergillus versicolor</i> Thom | 4. <i>Aspergillus versicolor</i> Thom |
| 5. <i>Aspergillus ochraceus</i> K. Wilh | 5. <i>Aureobasidium</i> | 5. <i>Botrytis cinerea</i> Pers. |
| 6. <i>Aspergillus terreus</i> Thom | <i>pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud | 6. <i>C.herbarum</i> (Pers.) Link |
| 7. <i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab. | 6. <i>Candida tropicalis</i> (Castell.) Berkhout | 7. <i>F.dimerum</i> Penz., Michelia |
| 8. <i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud | 7. <i>Cladosporium</i> | 8. <i>Fusariumgibbosum</i> Appel & Wollenw |
| 9. <i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.)G.A. de Vsries | <i>cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vsries | 9. <i>F.moniliforme</i> J. Sheld. |
| 10. <i>C.herbarum</i> (Pers.) Link | 8. <i>F.oxysporum</i> Schecht | 10. <i>F.oxysporum</i> Schecht |
| 11. <i>Fusariumgibbosum</i> Appel &Wollenw | 9. <i>Penicillium citrinum</i> Thom | 11. <i>F.solani</i> (Mart.) Sacc. |
| 12. <i>F.moniliforme</i> J. Sheld., | 10. <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom | 12. <i>Nectriacinnabarina</i> (Tode) Fr. |
| 13. <i>F.oxysporum</i> Schecht | 11. <i>Penicillium cyclopium</i> Westling | 13. <i>Penicillium citrinum</i> Thom |
| 14. <i>F.solani</i> (Mart.) Sacc. | 12. <i>P.notatum</i> Westling, | 14. <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom |
| 15. <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom | 13. <i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier | 15. <i>Penicillium cyclopium</i> Westling |
| 16. <i>Penicillium citrinum</i> Thom | 14. <i>Trichoderma viride</i> Pers. | 16. <i>Thielaviopsis basicola</i> (Berk. & Broome) Ferraris |
| 17. <i>Penicillium cyclopium</i> Westling | 15. <i>Ulocladum artrum</i> Preuss | 17. <i>Trichotecum rosea</i> (Pers.) Link |
| 18. <i>Penicillium expansum</i> Link. | | 18. <i>Verticillium dahile</i> Kleb. |
| 19. <i>Penicillium janthinellum</i> Biourge | | |
| 20. <i>P.notatum</i> Westling, | | |
| 21. <i>P.purpurogenum</i> Stoll | | |
| 22. <i>Trichoderma atroviride</i> P.Karst | | |
| 23. <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai | | |
| 24. <i>Trichoderma viride</i> Pers | | |
| 25. <i>Ulocladumartrum</i> Preuss | | |
| 26. <i>Verticillium dahile</i> Kleb. | | |
| 27. <i>V.lateritium</i> (Ehrenb.) Rabenh | | |
| Bcero 27 | Bcero 15 | Bcero 18 |

ми идентифицировано 300 видов токсигенных грибов, а количество синтезируемых ими микотоксинов составляет около 500 [12]. Если учесть, что в начале нынешнего века эти цифры были соответственно 250 и 300 [7], то на сегодняшний день количество как грибов, так и микотоксинов — не последний показатель для существующих в природе.

Учитывая это, целью представленной работы является определение токсигенности микромицетов, выделенных из разных экосистем в условиях Азербайджана.

Материалы и методы

Образцы для исследования были взяты из почвы, воды и растительности Апшеронского полуострова. Отбор образцов из данных источников и подготовку их к лабораторному анализу, их анализ в соответствии с целью работы, получение чистых культур грибов про-

водили в соответствии с известными методами подходами, принятыми в микробиологии[3–4].

В качестве питательной среды для получения чистых культур грибов использовали агар Сабуро, агаризованное солодовое сусло и среду Чапека, картофельный агар.

Определение видового состава штаммов, выделенных в чистую культуру, проводили на основе определителей[2, 6, 10, 16], составленных на основе культурально-морфологических и физиологических признаков грибов.

Токсичность грибов оценивалась по экзогенным метаболитам. В качестве источника экзогенных метаболитов использовали культуральную жидкость, полученную при культивировании грибов на жидкой среде Чапека в течение 5 сут.

Таблица 2. Фитотоксическая активность штаммов одного вида грибов, выделенных из различных биотопов

| | Источник выделения | Число взятых семян, ед. | | Число проросших семян | | Фитотоксическая активность (%) | |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------|-------|-----------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | | пшеница | горох | пшеница | горох | пшеница | горох |
| <i>Alternaria alternata</i> | Почва | 400 | 400 | 247 | 255 | 38,2 | 36,2 |
| | Вода | | | 249 | 260 | 37,7 | 35,0 |
| | Растение | | | 253 | 257 | 36,7 | 35,7 |
| <i>Aspergillus niger</i> | Почва | | | 303 | 312 | 25,8 | 22,0 |
| | Вода | | | 297 | 314 | 25,7 | 21,5 |
| | Растение | | | 294 | 319 | 26,5 | 20,2 |
| <i>Aspergillus versicolor</i> | Почва | | | 284 | 297 | 29,0 | 25,7 |
| | Вода | | | 290 | 302 | 27,5 | 24,5 |
| | Растение | | | 293 | 307 | 26,7 | 23,2 |
| <i>Fusarium oxysporum</i> | Почва | | | 202 | 215 | 49,5 | 46,2 |
| | Вода | | | 200 | 214 | 50,0 | 46,5 |
| | Растение | | | 197 | 210 | 50,7 | 47,5 |
| <i>Penicillium citrinum</i> | Почва | | | 237 | 252 | 40,7 | 37,0 |
| | Вода | | | 241 | 245 | 39,7 | 38,7 |
| | Растение | | | 245 | 241 | 38,7 | 39,7 |
| <i>Penicillium chrysogenum</i> | Почва | | | 228 | 238 | 43,0 | 40,5 |
| | Вода | | | 224 | 236 | 44,0 | 41,0 |
| | Растение | | | 220 | 230 | 45,0 | 42,5 |
| <i>Penicillium cyclopium</i> | Почва | 223 | 240 | 44,2 | 40,0 | | |
| | Вода | 220 | 236 | 45,0 | 41,0 | | |
| | Растение | 215 | 230 | 46,3 | 42,5 | | |

Токсичность оценивали по способности прорастания семян (фитотоксическая активность), используя при этом известные методы[1].

Полученные результаты и их обсуждения

В результате исследований, проведенных в 2015–2018 гг., было анализировано около 200 образцов, взятых с серо-бурых почв Апшеронского полуострова, озера Масазыр и различных растений, выделено в чистую культуру 57 культур грибов и с этой целью идентифицированы до вида только грибы отдела Ascomycota. Установлено, что среди выделенных в чистую культуру грибов насчитывается 34 вида, относящихся к данному отделу, сведения об источниках выделения которых приведены в табл. 1 по. Как видно из таблицы, некоторые грибы распространены в образцах каждого из трех источников, часть — в образцах двух, а другие — толь-

ко в образце лишь одного источника. Количество видов грибов, распространенных в образцах каждого из 3-х источников, равно 7. В целом 79,4% от общего количества зарегистрированных видов грибов обнаружено в почве, 52,9% на растениях и 41,2% в пробах воды.

На следующем этапе исследования штаммы одного вида грибов, зарегистрированные в различных биотопах, оценивали на фитотоксическую активность. Полученные результаты показали, что фитотоксическая активность грибов, различных источников характеризуется близкими показателями (табл. 2).

Хотя у некоторых штаммов грибов наблюдаются некоторые количественные различия, но они не носят систематического характера, и не проявляется четкой зависимости от выделения грибов из почвы, воды или растений. Например, фитотоксическая активность штаммов *A.niger*, выделенных из разных источников,

колеблется в пределах 36,7–38,2% по отношению к пшенице и 35,0–36,2% по отношению к гороху. Аналогичная ситуация наблюдается и по отношению к другим грибам. Однако, надо отметить, что при сравнении активности штаммов одного вида, выделенных из трех источников наблюдается, хотя и в слабой степени, превосходство активности штаммов из образцов почвы и растений. На наш взгляд, такая тенденция связана с тем, что характер обитания грибов в почвах и растениях отличается от водной среды, поскольку водная среда для зарегистрированных в исследовании грибов является временной, точнее, грибы являются мигрантами водной среды.

Близкие показатели фитотоксической активности грибов, выделенных из почв и растений, дает основание задуматься над тем, из какой среды они попадают в воду.

Таким образом, из почвенных, растительных и водных биотопов было выделено 34 вида грибов, и только 7 из них оказались распространенными во всех трех биотопах. Все культуры, выделенные из разных биотопов и принадлежащие к одному виду, обладают фитотоксической активностью, однако, существуют некоторые различия в их фитотоксической активности в зависимости от биотопа, из которого они выделены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахшалиева К.Ф. Экофизиологические особенности токсигенных грибов, распространенных в Азербайджане. Автореферат диссертации д.б.н. Баку, 2017, 45с.
2. Билай В.И., Курбацкая З.А. Определитель токсинообразующих микромицетов. Киев: Наукова думка, 1990, 236с.
3. Методы экспериментальной микологии /под ред. Билай В.И. — Киев: — Наукова думка, — 1982, — 500с.
4. Нетрусов, А.И. Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук [и др.] — Москва: Издательский центр «Академия», — 2005, — 608с.
5. Переведенцева Л.Г. Микология: грибы и грибоподобные организмы. СПб.: Издательство «Лань», 2012, 272с.
6. Саттон, Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Саттон Д., Фотергилл А., Риналди М., — Москва: Мир, — 2001, — 486с.
7. Сеидова Г.М. Экология плесневых грибов — продуцентов микотоксинов. / Материалы межд.конф. «Физиолого-биофимические и экологические особенности микроорганизмов». Баку: «Элм», 2005, с. 69–73.
8. Юнусов Э.Р., Хашимов П.М., Исаева К.К., Бахшалиева К.Ф. Общая характеристика грибов, распространенных на засоленных почвах. //Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки», 2021, № 10, с. 68–71.
9. Baldissera M.D., Souza C.F., Zeppenfeld C.C. et al. Aflatoxin B1-contaminated diet disrupts the blood–brain barrier and affects fish behavior: involvement of neurotransmitters in brain synaptosomes. //Environ Toxicol Pharmacol., 2018, v.60, p.45–51.
10. Klich M.A. Identification of common *Aspergillus* species. Baarn: CBS. 2002. 116 p.
11. Loque C.P., Medeiros A.O., Pellizzari F.M., Oliveira E.C., Rosa C.A., Rosa L.H. Fungal community associated with marine macroalgae from Antarctica // Polar Biol., 2010, v. 33, p.641–648.
12. http://www.e-osnova.ru/PDF/osnova_1_0_3.pdf
13. Kelishadi, R. Environmental Pollution: Health Effects and Operational Implications for Pollutants Removal, Journal of Environmental and Public Health, vol. 2012, Article ID341637, 2 pages, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/341637>
14. Macek I. Diversity and Ecology of Fungi in Mofettes. In: Tiquia-Arashiro S., Grube M. (eds) Fungi in Extreme Environments: Ecological Role and Biotechnological Significance. Springer, Cham., 2019, p.3–19. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19030-9_1
15. Subramanian C.V. Hyphomycetes/ New Delhi: Icar, 1971, 930p.
16. Whitaker R.H. New concepts of kingdoms of organisms.// Science, 1969, v.163, p.150–160.

© Мурадова Севда Мареппрам гызы (sevdamuradova3@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СООБЩЕСТВА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

COMMUNITIES OF SMALL MAMMALS IN SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF THE SOUTH OF THE TYUMEN REGION

E. Promotorova

Summary. The increasing anthropogenic impact on specially protected natural areas makes monitoring of small mammals as an indicator of the intensity of ecosystem disturbances more and more relevant. This paper presents the faunal composition, abundance, diversity indices and the proportion of small mammals living on the territory of six natural monuments of the Tobolsk district of the Tyumen region. The collection of material was carried out from May to August in 2019–2020 by methods of trap grooves and trap lines. 6 species of insectivores and 10 species of rodents were found. The basis of rodent communities was the red vole (*Myodes rutilus* Pallas, 1779), insectivores — the common brown-tooth (*Sorex araneus* L., 1758). The greatest species diversity and abundance of small mammals were noted in the protected area “Medyanskaya Grove”, the minimum indicators were observed on the territory of the natural monument “Panin Hill”. Among the ecological groups of small mammals in the study area, neutrals predominate.

Keywords: small mammals, insectivores, rodents, abundance, species diversity, ecological groups, natural monuments.

Промоторова Елена Юрьевна
К.б.н., доцент, ФГАОУ ВО «Тюменский
государственный университет»
vi-kaspr@yandex.ru

Аннотация. Увеличивающееся антропогенное воздействие на особо охраняемые природные территории делает мониторинг мелких млекопитающих, являющихся индикатором интенсивности нарушений экосистем все более актуальным.

В данной работе представлен фаунистический состав, обилие, индексы разнообразия и долевое соотношение мелких млекопитающих, обитающих на территории шести памятников природы Тобольского района Тюменской области.

Сбор материала осуществлялся с мая по август в 2019–2020 гг. методами ловчих канавок и ловушко-линий. Было обнаружено 6 видов насекомоядных и 10 видов грызунов. Основу сообществ грызунов составила полевка красная (*Myodes rutilus* Pallas, 1779), насекомоядных – бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus* L., 1758).

Наибольшее видовое разнообразие и обилие мелких млекопитающих отмечено в ООПТ «Медянская роща», минимальные показатели наблюдались на территории памятника природы «Панин бугор». Среди экологических групп мелких млекопитающих в районе исследования преобладают нейтралы.

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, насекомоядные, грызуны, обилие, видовое разнообразие, экологические группы, памятники природы.

Введение

Мелкие млекопитающие, как неотъемлемая часть биоценозов являются маркерами состояния природных экосистем. Индикаторные свойства этих животных отмечены в работах целого ряда авторов [1, 2, 3, 4, 9, 19]. Многообразие, высокая численность, обилие, доступность и высокая чувствительность к изменениям среды мышевидных грызунов и землероек определили их выбор в качестве объектов исследования.

Цель исследования

Изучение фаунистического состава популяций мелких млекопитающих на особо охраняемых территориях Тобольского района Тюменской области.

Материалы и методы

В основе работы лежат материалы, накопленные с мая по октябрь 2019–2020 гг. Отлов произведен на территории 6 памятников природы регионального значения Тобольского района Тюменской области.

В 2019 г. учеты осуществлялись в ООПТ расположенных в черте г. Тобольска: «Панин бугор» — участок представленный сочетанием хвойных посадок, мелколиственных лесов и нарушенных земель (просеки ЛЭП, дороги т.д.); «Киселевская гора с Чувашским мысом» — участок включающий типичные для подзоны южной тайги березово-осиновые леса, а также степные биоценозы; «Окрестности дома отдыха «Тобольский»-участок с липовыми лесами с примесью осины, березы, сосны и заливными разнотравными лугами. Территория этих

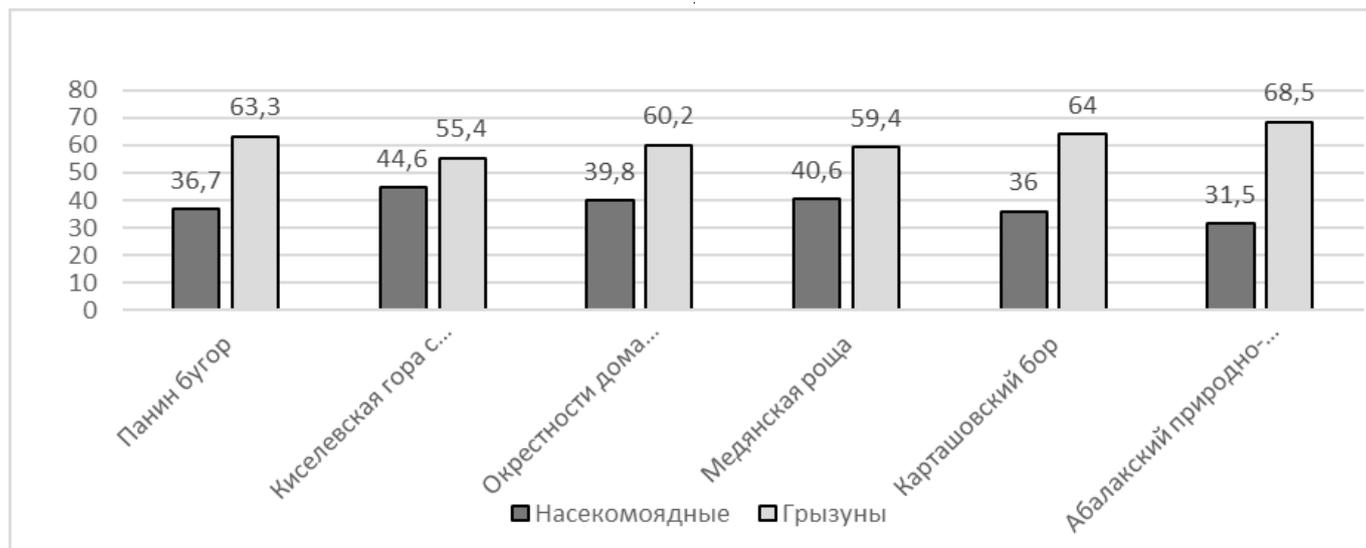


Рис. 1. Соотношение основных групп мелких млекопитающих в ООПТ Тобольского района

памятников природы активно используется населением для сбора дикоросов, в спортивных и рекреационных целях.

В 2020 г. исследования проводились в 20–30 км от г. Тобольска на особо охраняемых природных территориях Тобольского района: «Медянская роща» — участок, расположенный в районе слияния рек Тобол и Иртыш на окраине села Медянки Русские, большая часть которого занята березово-сосновыми, осиново-березовыми и вейниково-осоковыми лесами; «Карташовский бор» — лесной массив у деревни Карташи, состоящий из пихты, кедра и ели с примесью сосны и березы (через лес проходит автомобильная трасса и две просеки); Абалакский природно-исторический — комплекс — участок с пихтово-елово-кедровыми и осиново-березовыми лесами, а также с сосново-сфагновыми болотами и пойменными лугами в низинах. На территории Абалакского природно-исторического — комплекса» проведено функциональное зонирование, в соответствии с которым выделены три зоны: заповедная, рекреационная и ландшафтная. Наши исследования проводились в окрестностях д. Загваздино в зоне культурного ландшафта.

Учет млекопитающих осуществляли методами ловчих канавок и ловушко-линий [5, 6, 12]. Было отработано 12000 давилко — суток на 60 пробных площадках согласно общепринятой методике [9, 14]. Добыто и исследовано 1859 мелких млекопитающих 16 видов: обыкновенная кутора (*Neomys fodiens* Pennant, 1771), бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus* L., 1758), бурозубка малая (*Sorex minutus* L., 1766), бурозубка средняя (*Sorex caecutiens* Laxmann, 1788), бурозубка крупнозубая (*Sorex daphaenodon* Thomas, 1907), бурозубка

равнозубая (*Sorex isodon* Turov, 1924), полевка красная (*Myodes rutilus* Pallas, 1779), полевка красносерая (*Craseomys rufocanus* Sundevall, 1846), полевка-экономка (*Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776), полевка темная (*Agricola agrestis* Linnaeus, 1761), полевка рыжая (*Myodes glareolus* Schreber, 1780), мышь домовая (*Mus musculus* L., 1758), мышь малютка (*Micromys minutus* Pallas, 1771), мышь малая лесная (*Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811), мышь полевая (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771), серая крыса (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769).

Видовую принадлежность определяли по особенностям внешнего строения и зубов [11, 20]. Русские и латинские названия видов млекопитающих приведены по А.А. Лисовскому [8].

По результатам учета рассчитывали индексы биоразнообразия [14]. С помощью классификации С.Н. Гашева определяли экологические группы по отношению к человеку [2, 3].

Литературный обзор

Сведения по биологии и экологии населения териофауны юга Тюменской области представлены в работах С.Н. Гашева [2, 3], А.Ю. Левых [7], М.Г. Мальковой [10], В.М. Переясловец [13], Ю.С. Равкина [15], Н.А. Сазоновой [16], В.П. Старикова [17, 18]. Имеются лишь отрывочные сведения о сообществах насекомоядных и грызунов природоохраненных территорий Тобольского района. Вышеперечисленное указывает на целесообразность проведения регулярных зоогеографических исследований мелких млекопитающих в условиях увеличивающейся антропогенной модификации ООПТ.

Таблица 1. Распределение и обилие (особей на 100 ловушко-суток) мелких млекопитающих ООПТ Тобольского района

| № п/п | Виды | ООПТ | | | | | |
|-------|---------------------------------------|-------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------|---|
| | | Панин бугор | Киселевская гора с Чувашским мысом | Окрестности дома отдыха «Тобольский» | Медянская роща | Карташовский бор | Абалакский природно-исторический комплекс |
| 1. | <i>N. fodiens</i> Pennant, 1771 | | | | 0,01 | | |
| 2. | <i>S. araneus</i> L., 1758 | 0,45 | 0,50 | 0,28 | 0,83 | 0,49 | 0,48 |
| 3. | <i>S. minutus</i> L., 1766 | | 0,01 | | 0,01 | 0,03 | |
| 4. | <i>S. caecutiens</i> Laxmann, 1788 | 0,02 | 0,12 | 0,73 | 0,71 | 0,11 | 0,04 |
| 5. | <i>S. daphaenodon</i> Thomas, 1907 | | 0,02 | | 0,04 | | |
| 6. | <i>S. isodon</i> Turov, 1924 | | 0,26 | 0,10 | 0,09 | 0,10 | |
| 7. | <i>M. rutilus</i> Pallas, 1779 | 0,55 | 0,72 | 0,78 | 1,03 | 0,51 | 1,02 |
| 8. | <i>C. rufocanus</i> Sundevall, 1846 | | 0,03 | | | 0,01 | |
| 9. | <i>A. oeconomus</i> Pallas, 1776 | | | | 0,91 | | 0,34 |
| 10. | <i>A. agrestis</i> Linnaeus, 1761 | 0,03 | 0,13 | 0,41 | 0,23 | 0,15 | 0,39 |
| 11. | <i>M. glareolus</i> Schreber, 1780 | | | | 0,09 | 0,15 | 0,18 |
| 12. | <i>M. musculus</i> L., 1758 | 0,13 | | 0,41 | | 0,04 | 0,28 |
| 13. | <i>M. minutus</i> Pallas, 1771 | | 0,06 | | 0,08 | | |
| 14. | <i>S. uralensis</i> Pallas, 1811 | 0,02 | 0,10 | 0,07 | 0,13 | 0,16 | 0,28 |
| 15. | <i>A. agrarius</i> Pallas, 1771 | 0,05 | 0,09 | | 0,08 | | 0,29 |
| 16. | <i>R. norvegicus</i> Berkenhout, 1769 | 0,03 | | 0,01 | | | 0,07 |

Результаты исследования и их обсуждение

За период исследования было отловлено 16 видов мелких млекопитающих, относящихся к семейству Мышинные (Muridae) отряда Грызуны (Rodentia) (10 видов) и семейству Землеройковые (Soricidae) отряда Насекомоядные (Insectivora) (6 видов).

При сравнении соотношения исследуемых групп мелких млекопитающих ООПТ Тобольского района отмечена тенденция к увеличению доли грызунов на территориях с антропогенно трансформированным ландшафтом (наличие дорог, просек, сельскохозяйственных угодий и поселений). Максимальные показатели регистрировались в окрестностях д. Загвазино (68,5%), минимальные - на «Киселевской горе с Чувашским мысом» (55,4%) (рис. 1).

На территории памятника природы «Панин бугор» было отловлено 8 видов мелких млекопитающих. По мере удаления от центра г. Тобольска видовое разнообразие и общее обилие млекопитающих городских ООПТ увеличивается. В фауне «Киселевской горы с Чувашским мысом» возрастает число видов, характерных для закрытых биотопов (за счет равнозубой и крупнозубой буроzubок). В ландшафтном памятнике природы «Окрестности дома отдыха «Тобольский»» повышается доля видов, свойственных для влажных полуоткрытых

биотопов (табл. 1). Максимальное видовое разнообразие мелких млекопитающих отмечено в «Медянской роще» (13 видов), здесь же зафиксирован единственный случай за весь период исследований встречи куторы обыкновенной (*Neomys fodiens* Pennant, 1771). Только в ООПТ, удаленных от города отмечена рыжая полевка (*Myodes glareolus* Schreber, 1780).

В целом, на территории всех памятников природы среди насекомоядных доминирует буроzubка обыкновенная (*Sorex araneus* L., 1758) (в ООПТ «Окрестности дома отдыха «Тобольский»» - буроzubка средняя (*Sorex caecutiens* Laxmann, 1788)), у грызунов - красная полевка (*Myodes rutilus* Pallas, 1779). Редкие виды - красносерая полевка (*Craseomys rufocanus* Sundevall, 1846), малая (*Sorex minutus* L., 1766) и крупнозубая (*Sorex daphaenodon* Thomas, 1907) буроzubки. Очень редка кутора обыкновенная (*Neomys fodiens* Pennant, 1771).

Соотношение экологических групп по отношению к человеку показывает, что в сообществах млекопитающих «Медянской рощи», «Окрестностей дома отдыха «Тобольский», Киселевской горы с Чувашским мысом» и «Карташовском боре» доминируют нейтралы. В сообществах «Абалакского природно-исторического комплекса» - синатропы, содоминируют антропофилы и нейтралы. В сообществах грызунов и насекомоядных «Паниного бугра» содоминируют нейтралы и синатропы (рис. 2).

Таблица 2. Разнообразие сообществ мелких млекопитающих ООПТ Тобольского района

| Индексы | Панин бугор | Киселевская гора с Чувашским мысом | Окрестности дома отдыха «Тобольский» | Медянская роцца | Карташовский бор | Абалакский природно-исторический комплекс |
|-----------------------|-------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------|---|
| Шеннона | 1,39 | 1,83 | 1,45 | 1,98 | 1,53 | 1,76 |
| выравненности Шеннона | 0,67 | 0,76 | 0,70 | 0,77 | 0,66 | 0,80 |
| Симпсона | 0,32 | 0,19 | 0,21 | 0,16 | 0,20 | 0,17 |
| полидоминантности | 3,13 | 5,26 | 4,76 | 6,25 | 5,00 | 5,88 |
| Бергера-Паркера | 0,43 | 0,35 | 0,28 | 0,24 | 0,29 | 0,31 |

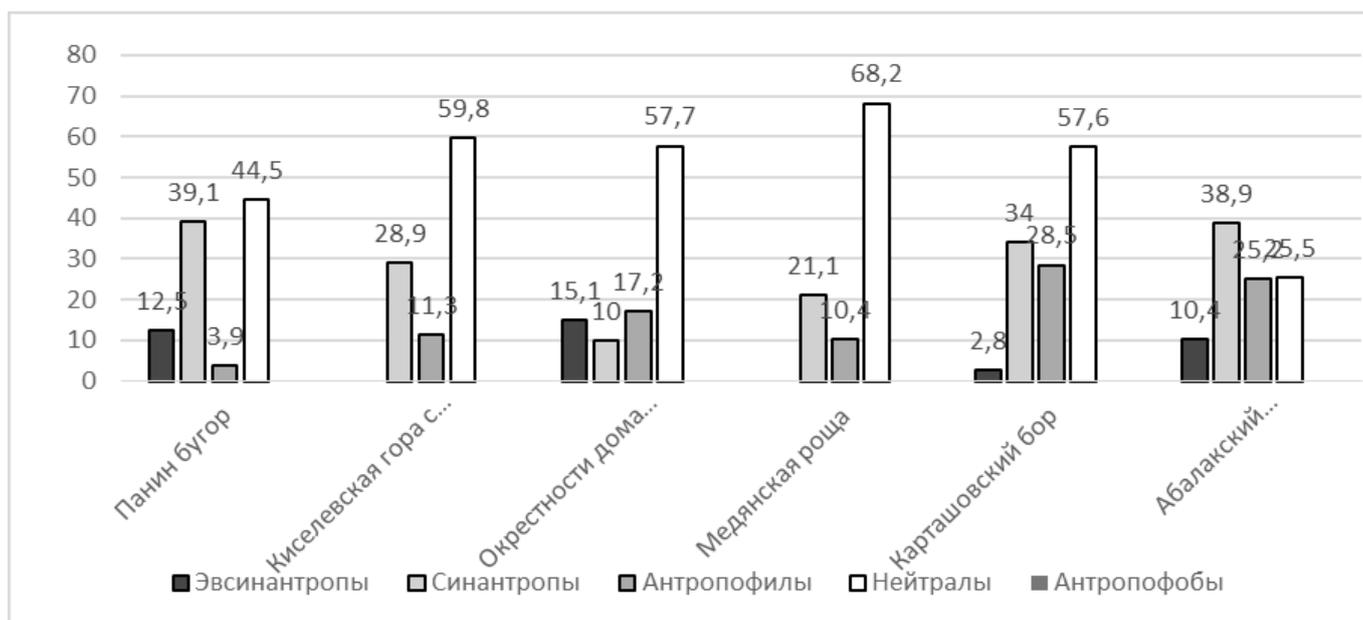


Рис. 2. Экологическая структура мелких млекопитающих ООПТ Тобольского района

Анализ индексов разнообразия Шеннона, выравненности Шеннона. Симпсона и полидоминантности показал, что на территории «Медянской роцци», «Киселевской горы с Чувашским мысом» и «Абалакского природно-исторического комплекса» сообщества мелких млекопитающих характеризуются наибольшим разнообразием и выравненностью (табл. 2).

Значения индекса Бергера-Паркера варьировали незначительно (от 0,23 до 0,43). Наибольшая значимость доминирующего вида — красной полевки отмечена на территории «Паниного бугра».

Выводы

1. На территории памятников природы регионального значения Тобольского района Тюменской области отловлены мелкие млекопитающие отрядов Грызуны (Rodentia) и Насекомоядные

(Insectivora): «Панин бугор» и «Окрестности дома отдыха «Тобольский» — по 8 видов, «Абалакский природно-исторический комплекс» и «Карташовский бор» — по 10 видов, «Киселевская гора с Чувашским мысом» — 11 видов, «Медянская роцца» — 13 видов.

2. Увеличение доли грызунов в териофауне исследуемых районов, может свидетельствовать о большей восприимчивости насекомоядных к антропогенной трансформации территорий.
3. Ядром сообществ насекомоядных и грызунов в районе исследования являются нейтралы, представленные в основном средней бурозубкой (*Sorex caecutiens* Laxmann, 178) и красной полевкой (*Myodes rutilus* Pallas, 1779). В местах с антропогенным воздействием происходит замещение нейтралов на синантропов (бурозубку обыкновенную (*Sorex araneus* L., 1758) и мышью полевую (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771)) и ан-

тропофилов (тёмную полёвку (*Agricola agrestis* Linnaeus, 1761) и рыжую полёвку (*Myodes glareolus* Schreber, 1780)). Только на территории двух ООПТ («Киселевская гора с Чувашским мысом», и «Медянская роща») не были отмечены эвсинантропы: мышь домовая (*Mus musculus* L., 1758) и серая крыса (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769).

4. Низкие показатели относительного обилия и индексов видового разнообразия, увеличение доминирования самого обильного вида — красной полевкой (*Myodes rutilus* Pallas, 1779) в сообществе мелких млекопитающих «Паниного бугра», указывает на снижение природоохранного потенциала данной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков, В.Н. Популяционная экология мелких млекопитающих пойменных лесов реки Сакмары (Оренбургская область) / В.Н. Большаков, Васильев В.Г., Васильева И.А., Чибиряк М.В. // Вестник оренбургского государственного университета, 2015. № 10 (185). — С. 104–107.
2. Гашев, С.Н. Фауна мелких млекопитающих нефтезагрязненных территорий Среднего Приобья / С.Н. Гашев // Млекопитающие в экосистемах. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. — С. 18–20.
3. Гашев, С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области): автореф. дис. ... док-ра. биол. наук: 03.00.16 / Гашев С.Н. — Тюмень, 2003. — 50 с.
4. География и мониторинг биоразнообразия / Н.В. Лебедева [и др.]. — М.: Изд-во научн. и учебн. центра, 2002. — 432 с.
5. Карас ва, Е.В. Методы изучения грызунов в полевых условиях / Е.В. Карас ва, А.Ю. Телицына, О.А. Жигальский. — М.: ЛКИ, 2008. — 416 с.
6. Кучерук, В.В. Количественный учет важнейших видов грызунов и землероек / В.В. Кучерук // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных // М.: Изд-во АН СССР, 1952. — С. 9–46.
7. Левых, А.Ю. Мелкие млекопитающие в биомониторинге охраняемых территорий (на примере Ишимского района Тюменской области) / А.Ю. Левых // Самарский научный вестник, 2018. Т. 7. № 3 (24). — С. 65–72.
8. Лисовский, А.А. Млекопитающие России: список видов и прикладные аспекты / А.А. Лисовский, Б.И. Шефтель, А.П. Савельев, О.А. Ермаков, Ю.А. Козлов, Д.Г. Смирнов, В.В. Стахеев, Д.М. Глазов // Сб. тр. Зоол. музея МГУ. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2019. — Т. 56. 191–с.
9. Лукьянова, Л.Е. Сопряженность симпатрических видов мелких млекопитающих в контрастных условиях среды / Л.Е. Лукьянова // Экология. 2013. № 1. — С. 65–72.
10. Малькова, М.Г. Пространственная структура популяции лесных полёвок в подзоне южной тайги / М.Г. Малькова, В.В. Якименко // VI съезд Териологического общ-ва 13–16 апреля 1999 в г. Москве: Тез. докл. М., 1999. — С. 149.
11. Наземные звери России. Справочник / И.Я. Павлинов [и др.] — определитель. — М.: Изд-во КМК, — 2002. — 298 с.
12. Наумов, Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок / Н.П. Наумов // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. М.: Медгиз, 1955. — Т. 9. — С. 179–202.
13. Переясловец, В.М. Млекопитающие заповедника «Юганский» / В.М. Переясловец, Т.С. Переясловец // Биологические ресурсы и природопользование: сб. науч. тр. Сургут: Дефис, 2002. — Вып. 5 — С. 35–43.
14. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. М.: Наука, 1982. — 284 с.
15. Равкин, Ю.С. Особенности распределения мелких млекопитающих Западно-Сибирской равнины / Ю.С. Равкин, И.Н. Богомолова, Л.Н. Ермаков // Сибирский экологический журнал, 3–4 (1996). — С. 307–317.
16. Сазонова, Н.А. Фауна и экология мелких млекопитающих залежных сельскохозяйственных земель в Тюменской области / Н.А. Сазонова, С.Н. Гашев // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда. Тез. докл. IV регион, науч. — практич. конф. Барнаул, 1999. — С. 119–121
17. Стариков, В.П. Млекопитающие Ханты-Мансийского автономного округа (распространение, экология, практическое значение): учебное пособие. / В.П. Стариков. — Сургут: «Сургутская типография», 2003. — 127 с.
18. Стариков, В.П. Размещение и численность серой крысы (*Rattus norvegicus*) в городе Сургуте / В.П. Стариков, Л.Е. Иванова, К.В. Шестун // Биологические ресурсы и природопользование. — Сургут: Дефис, — 2003. — Вып. 6. — С. 109–113.
19. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных / Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. // Труды ИЭРиЖ. — Свердловск, 1968–387 с.
20. Юдин, Б.С. Насекомоядные млекопитающие Сибири / Б.С. Юдин. — Новосибирск: Наука, 1989. — 360 с.

© Промоторова Елена Юрьевна (vi-kaspr@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ТЕРРИТОРИИ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE RAILWAY TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE KALUGA REGION

**A. Soskov
A. Streltsov**

Summary. The choice of the research topic is due to the fact that the study of environmental problems is currently very relevant. The modern development of science, industry and technology makes special demands on the state of the environment. Special attention in the article is paid to identifying the features of the ecological and biological assessment of the activities of the railway infrastructure in the Kaluga region. Also in the article, special emphasis is placed on the current environmental situation within the territory of the Kaluga region. The constituent elements of the ecological and biological assessment, which is proposed to be considered in the indivisible connection of the three components “man — society — nature”, are considered in detail. Based on the data obtained, the main directions for optimizing the environmental and biological assessment of the operation of the railway infrastructure in the Kaluga region were determined, which include the elimination of distortions in reporting on the environmental situation, the development of environmental incentives, the use of the best practices of the European Union, the creation of a system of specially protected natural areas.

Keywords: ecological and biological assessment, railway transport infrastructure activity, Kaluga region.

Сосков Александр Викторович

Филиал ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ПГУПС) в г. Калуге
Aleksandr-angel@mail.ru

Стрельцов Алексей Борисович

Д.б.н., профессор, Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга
biomona@mail.ru

Аннотация. Выбор темы исследования обусловлен тем фактом, что в настоящее время весьма актуальным является изучение проблем охраны окружающей среды. Современный научно-технический прогресс, разработка и активное внедрение передовых технологий выдвигает повышенные требования к охране окружающей среды. Отдельное внимание в статье уделено выявлению особенностей эколого-биологической оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области. Также в статье особый акцент сделан на современной экологической ситуации в пределах территории Калужской области. Детально рассмотрены составляющие элементы эколого-биологической оценки, которую предложено рассматривать в неделимой связи трех компонентов «человек — общество — природа». На основании полученных данных определены основные направления оптимизации эколого-биологической оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории в Калужской области, которые включают в себя устранение искажений в отчетности об экологической обстановке, развитие экологического стимулирования, использование передового опыта Европейского Союза, создание системы особо охраняемых природных территорий.

Ключевые слова: эколого-биологическая оценка, деятельность инфраструктуры железнодорожного транспорта, Калужская область.

Нарушение экологической безопасности влечет целый ряд опасностей глобального характера. На протяжении уже многих десятилетий экологические проблемы входят в актуальную повестку дня не только для России, но и для многих других стран мира.

Методологическая основа

В рамках настоящего исследования были использованы общетеоретические методы (синтез и анализ, индукция и дедукция, диалектический метод познания).

Объектом изучения в рамках настоящей статьи является порядок управления экологической безопасностью.

Предмет изучения в рамках данной работы стала система эколого-биологической оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области.

Цель статьи

Целью статьи является анализ особенностей эколого-биологической оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области.

Задачи: охарактеризовать понятие и сущность эколого-биологической оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области; провести анализ особенностей эколого-биологической оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области.

Необходимость изучения вопросов эколого-биологической оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области во многом определяется современной экологической ситуацией [1]. Наблюдения и мониторинг за уровнем загрязнения окружающей среды, а именно, атмосферным воздухом в Калужской области сегодня проводятся на стационарных пунктах наблюдения Росгидромета.

С развитием научно-технического прогресса происходила перемена во взглядах на экологию, в том числе в рамках осмысления оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области. И на данный момент, проблемы, которые открывает экология перед цивилизацией, встают на одно из главных мест. Существует проблемная ситуация с четкой формализацией нормативно-правового поля и законодательной защитой общественных инспекторов, отдельным вопросом является дефицит ресурсов и необходимых средств, которые позволили бы более эффективно и объемно развивать и поддерживать общественный контроль. Соотношение государственного и общественного экологического контроля как раз должно состоять в том, что общественный контроль позволяет выявить и показать проблему, а решение и принятие мер зависит от государства.

В связи с этим появилась потребность в воспитании нового поколения людей, которое смогло бы бережно

относиться к окружающей среде, ценить и рационально использовать ее богатства. В учебных программах все чаще можно увидеть темы, связанные с экологией и проблемами окружающей среды. На фоне этого нередко можно услышать такой термин, как «эколого-биологическая оценка».

Эколого-биологическая оценка можно рассматривать в связи трех компонентов «человек — общество — природа». Эколого-биологическая оценка сейчас предстает как новый способ соединения человека с природой [2]. Это повышает целесообразность разработок форм для решения задач экологических исследований. Критическая важность и высокая актуальность данной темы проводимого исследования заключается в том, что в настоящее время в неделимом триумвирате «человек-природа-общество» отсутствует согласованное взаимодействие в вопросах обоснованном использовании природных ресурсов. Решение столь важных вопросов нельзя осуществить без системного подхода, что определяет актуальность исследования эколого-биологической оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области.

Эколого-биологическая оценка дает понимание ценности живой природы и позволяет осознать человеку последствия его деятельности, тем самым помогая выбрать благоприятные пути решения различных экологических проблем. Эколого-биологическая оценка — это совокупность опыта взаимодействия людей с природой.

Современный человек столкнулся с выбором: либо сохранить взаимодействие общества с природой, где человек занимает господствующую позицию — и тогда неизбежна глобальная экологическая катастрофа [3], либо менять ситуацию в стороны формирования иной системы симбиоза человека и природы, менее потребительской. Очевидно, что приемлемым оказался второй вариант, поэтому вопросы, касающиеся формирования культуры в области обеспечения экологической безопасности стали занимать значительное место в жизни общества.

Сам процесс разработки данной концепции обязательно должен учитывать предложения научной и эколого-просветительской общественности, в том числе активно представляемые на различных площадках. Эффективность функционирования такой системы в рамках функционирующей безопасной с точки зрения экологии среды — уровень соответствия полученных результатов с целями и задачами, которые были поставлены перед системой. В данном случае речь идет в первую очередь об эффективности управления, поэ-

тому в рамках настоящей работы встаёт необходимость проанализировать функционирование системы правовых механизмов обеспечения безопасности государства как элемента (подсистемы) государства.

На железнодорожных вокзалах на текущий момент сложилась следующая ситуация:

1. Принят приказ «О функционировании и развитии системы менеджмента безопасности движения в Дирекции железнодорожных вокзалов», от 30 декабря 2016 г. № ДЖВ-221, в рамках которого утверждена «Матрица распределения ответственности руководителей органа управления Дирекции железнодорожных вокзалов за функционирование управляемых видов деятельности системы менеджмента безопасности движения», утвержден «План реализации системы менеджмента безопасности движения в Дирекции железнодорожных вокзалов»;
2. Приказом от 11 мая 2017 г. № ДЖВ-83 утверждена «Декларация Дирекции железнодорожных вокзалов о политике в области безопасности движения».

В соответствии с Планом СМБД в ДЖВ проделана следующая работа:

1. Разработано и утверждено распоряжением Дирекции от 19 декабря 2017 г. «Положение о системе менеджмента безопасности движения в Дирекции железнодорожных вокзалов».
2. Разработана и утверждена «Методика обнаружения, идентификации, проведения анализа и оценки рисков, которые оказывают воздействие на возникновение нарушений оценки воздействия железнодорожного транспорта на объектах инфраструктуры вокзальных комплексов Дирекции железнодорожных вокзалов» (распоряжение от 18 августа 2015 г. № ДЖВ-154/р) утверждены отчеты с анализом функционирования существующих процессов деятельности, связанных с обеспечением оценки воздействия железнодорожного транспорта.
3. В региональных дирекциях организована и проведена работа по описанию процессов, оказывающих влияние на безопасность движения поездов. Данная работа проведена в рамках КИ СМК, с внесением соответствующих разделов в Руководство по качеству региональных дирекций.
4. В целях реализации одного из ключевых элементов СМБД — «культуры безопасности» в ДЖВ разработана и утверждена распоряжением от 11 марта 2015 года № ДЖВ-33/р Методика оценки состояния «культуры безопасности» движения в региональной дирекции железнодорожных вокзалов и вокзальном комплексе.

5. В целях повышения уровня знаний работников вокзальных комплексов в ДЖВ планомерно внедряется в соответствии с Методикой оценки знаний персонала,

- ♦ в соответствии с утвержденным графиком проведения технических аудитов процесса управления «Обеспечение оценки воздействия железнодорожного транспорта» в ДЖВ в 2014–2018 годах силами работников (аудиторов) органа управления ДЖВ проведен технический аудит и аудит СМБД на 15 региональных дирекциях и 138 вокзальных комплексах, тем самым проведенная работа позволила выявить наиболее слабые элементы функционирования производственных процессов и более детально подойти к вопросам технического состояния инфраструктуры вокзальных комплексов, уровня знаний ответственного персонала. По данному направлению планируется следующая работа:
- ♦ продолжить работу по приведению пассажирских платформ в соответствии с требованиями технической эксплуатации,
- ♦ организовать в ДЖВ дальнейшее совершенствование системы оценки воздействия железнодорожного транспорта и реализации Стратегии гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса, в части: обеспечение реализации и функционирования в региональных дирекциях железнодорожных вокзалов и вокзальных комплексах системы менеджмента безопасности движения; проведение анализа функционирования СМБД в региональных дирекциях.

В последние десятилетия транспортная политика тесно связана с социальной политикой государства. Сейчас рассматривая показатели по транспорту, по большей части ориентируются на степень удовлетворения качества жизни.

В экономически развитых странах цели создания эффективной транспортной инфраструктуры заключаются не только в получении высоких финансовых и технических показателей предоставляемых транспортных услуг, но и в стремлении к повышению степени участия в социально-экономической сфере, в том числе экологической сфере на уровне государства.

Особенно актуальна на сегодняшний день проблема развития транспортной инфраструктуры городов. Ведь городское население по численности практически в три раза превышает сельское. Поэтому актуальной задачей является усиленное развитие транспортной инфраструктуры.

Из всего вышесказанного можно выделить высокую актуальность развития транспортно-инфраструктуры

железнодорожного транспорта на территории Калужской области, в частности, формирования транспортно-логистического центра, как неотъемлемой и ключевой составляющей, которая обеспечила бы повышение эффективности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории Калужской области.

При этом следует учитывать, что эколого-биологическая оценка является длительным процессом, который начинается с начального образования, который должен осуществляться постепенно, по заранее задуманной программе, согласно действующим нормативным актам, но в первую очередь — в рамках функционирующей безопасной с точки зрения экологии среды образовательного учреждения. В 2020 были скорректированы и расширены некоторые нормы Конституции России, устанавливающие основы эколого-правового регулирования в стране. Таким образом, транспортная инфраструктура является благом для населения, которое обязано обеспечивать и поддерживать государство. В связи с актуальностью вопроса транспортной инфраструктуры существует много статей, трудов, законов и другой литературы, цель которых сделать данное благо более совершенным. Отдельный акцент необходимо сделать на том, что негативное, разрушающее для природы влияние крупных ж/д узлов, а также тех участков, которые прилегают к ним, распространяется далеко за границы зоны отчуждения, принятой действующими нормативно-правовыми актами, превышая их в 1,5–2 раза.

Следует выделить как одну из проблем, и в это же время направление усовершенствования процесса природопользования, отсталость экологического законодательства субъектов от законодательства федерального уровня. Данный факт проявляется на уровне субъектов с одной стороны в медленности правового процесса, с иной стороны в не результативности взаимодействия государства в целом и субъектов в рамках принципа системности и единства экологического законодательства. В свою очередь между самими субъектами в отдельности имеется дисбаланс в развитости экологического законодательства в различных регионах. Проблеме возмещения экологического вреда как системообразующему термину в ситуации анализа экологических проблем в эколого-правовой науке уделяется достаточно большое внимание, однако до настоящего времени в теории экологического права, экологической доктрине, а также в правоприменительной практике не сформировано единого методологического подхода к пониманию правовой природы, сущности и специфики данного вреда, а также унифицированного подхода к его измерению и оценке. При этом природные ресурсы приравниваются к источникам энергии, продуктов производства и предметов потребления, а их ценность обозначается только как потребитель-

ская. Иными словами, в данном определении устранен его экологический аспект.

На фоне внешнеполитических и экономических проблем властям стало во многом не до экологии. Желание выхода на курс, при котором экологическая проблематика стимулировала модернизацию и рост экономики, он сохраняется. Однако проблема в том, что сейчас власти находятся в растерянности в целом по поводу того, какие текущие действия по управлению страной необходимо предпринимать в условиях нынешней стремительно меняющейся непростой ситуации. В этих условиях, власти, скорее, пойдут на те меры, которые гарантируют позитивный краткосрочный эффект для экономики по принципу «здесь и сейчас», нежели будут ориентироваться на долгосрочные цели. Это может создать определенные проблемы для дальнейшего продвижения в жизнь реформы экологического законодательства и реализации уже принятых законопроектов.

И хотя на сегодняшний день правительством России проводится активная законодательная работа, принимаются программы, направленные на модернизацию систем защиты окружающей среды, результаты их практического претворения в жизнь далеки от запланированного и ожидаемого уровня. Одной из причин, которая затрудняет и препятствует получению положительного эффекта, по мнению автора, является то, что экологические проблемы в недостаточной степени формализованы, источники их появления полностью не выявлены и не проанализированы. Это в очередной раз акцентирует внимание на критической необходимости разработки эффективной законодательной базы экологической направленности.

В рамках настоящего исследования определены основные направления оптимизации эколого-биологической оценки деятельности инфраструктуры железнодорожного транспорта на территории в Калужской области:

- ◆ в первую очередь — устранение искажений в отчетности об экологической обстановке,
- ◆ развитие экологического стимулирования,
- ◆ перспективным направлением, в том числе по опыту стран Европы, является замена неэффективного института производственного контроля созданием систем прямых инструментальных измерений выбросов и сбросов загрязняющих веществ с передачей данных в надзорные органы в режиме «реального времени» (при существенном снижении административной нагрузки на предприятия и одновременно повышении эффективности надзора);
- ◆ создание системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ), с установленным жестким режимом охраны и единым управляющим орга-

ном — одно из главных достижений экологической политики предыдущего периода. Будем надеяться, что детальная конкретизация конституционного положения в области права на благоприятную окружающую среду будет осуществлена уже после утверждения концепции образовательных процессов в области безопасности экологического характера (разработкой которого в данный момент занимается Министерство просвещения, в том числе в рамках реализации поручения Президента РФ по представлению предложений по совершенствованию образовательных процессов в области безопасности экологического характера).

В целом положительно оценивая расширение «экологизации» конституционных норм, подчеркивание важности развития именно системы (а не простой совокупности элементов) образовательных процессов в области безопасности экологического характера и воспитания для достижения устойчивого, сбалансированного развития страны в акте высшей юридической силы, отметим, что выбранная формулировка вызывает определенные сомнения. К сожалению, принятый 6 ноября 2020 г. ФКЗ «О Правительстве РФ» совершенно не конкретизирует конституционные полномочия в области охраны окружающей среды и природопользования, в ст. 22 дословно повторяя текст Конституции РФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инженерная защита окружающей среды. Очистка вод. Утилизация отходов / под ред. Ю.А. Бирмана, Н.Г. Вурдовой. М.: АСВ, 2016. 296 с.
2. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды: учебник для вузов. М.: Оникс, 2017. С. 173.
3. Регенеративные источники энергии // Экологические системы: Электронный журнал энергосервисной компании. 2018. № 2. URL: http://esco-ecosys.narod.ru/2018_2/art12.htm.

© Сосков Александр Викторович (Aleksandr-angel@mail.ru), Стрельцов Алексей Борисович (biomona@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Калуга

ИНСТРУМЕНТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

TOOLS FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF INNOVATIVE PROJECTS OF TECHNICAL SYSTEMS

P. Bobyshev

Summary. This article highlights the problematic issues of the effectiveness of innovative projects of technical systems. The modern innovation situation in Russia is characterized by the presence of a significant number of fundamental discoveries and technological developments, which are not always in demand by the market. The high level of uncertainty in the creation and promotion of innovations on the market causes the refusal to finance projects and the slowdown in the development of high technology industries. For the purpose of superficial immersion in the issue, the assessment tools and methodological aspects of the effectiveness of innovative projects of technical systems are briefly described, since the calculation of the economic efficiency of innovative projects of technical systems remains an insufficiently studied area of the theory of project evaluation, and most of the proposed methods do not contain practical and methodological recommendations for creating automated systems. support for making the right investment decisions.

Keywords: technical projects, investment projects, risks of innovative projects, static and dynamic evaluation methods.

Бобышев Петр Петрович

Аспирант, ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К. А. Тимирязева»
«Москва»

141963141963@mail.ru

Аннотация. В данной статье освещаются проблемные вопросы эффективности инновационных проектов технических систем. Современная инновационная ситуация в России характеризуется наличием значительного количества фундаментальных открытий и технологических разработок, которые не всегда оказываются востребованными рынком. Высокий уровень неопределенности при создании и продвижении инноваций на рынок становится причиной отказа от финансирования проектов и замедлению темпов развития наукоемких производств. В целях поверхностного погружения в проблематику коротко описываются инструментарию оценки и методологические аспекты эффективности инновационных проектов технических систем, так как расчет экономической эффективности инновационных проектов технических систем остается недостаточной изученной областью теории оценки проектов, а большинство предложенных методов не содержат практических и методических рекомендаций для создания автоматизированных систем поддержки принятий правильных инвестиционных решений.

Ключевые слова: технические проекты, инвестиционные проекты, риски инновационных проектов, статические и динамические методы оценки.

Одним из важнейших элементов в структуре научно-исследовательской деятельности является управление инновациями. Цель управления инновациями — коммерциализация научных идей и создание условий для успешного продвижения новых технологий.

Современная инновационная ситуация в России характеризуется наличием значительного количества фундаментальных открытий и технологических разработок, которые не всегда оказываются востребованными рынком. Высокий уровень неопределенности при создании и продвижении инноваций на рынок становится причиной отказа от финансирования проектов и замедлению темпов развития наукоемких производств. С другой стороны, недооценка рисков инновационных проектов приводит к серьезным последствиям, которые связаны с потерями времени, денег и репутации.

Тем не менее, расчет экономической эффективности инновационных проектов технических систем остается недостаточной изученной областью теории оценки проектов так как большинство предложенных методов не содержат практических и методических рекомендаций, позволяющих эффективно применять математический аппарат на практике и обусловлена необходимостью совершенствования инструментарию оценки эффективности инновационных проектов.

В данной статье будут коротко описаны методологические аспекты и инструментарию оценки эффективности инновационных проектов технических систем.

Современные методы оценки стоимости инновационных проектов основаны на концепции временной стоимости денег и предполагают использование операций дисконтирования денежных потоков. Денежный поток инновационного проекта — это зависимость

от времени денежных поступлений и платежей при реализации проекта.

В качестве основных показателей, используемых для оценки стоимости инновационных проектов, рекомендуются следующие:

- ◆ чистая современная стоимость или чистый дисконтированный доход;
- ◆ внутренняя норма доходности;
- ◆ индексы доходности инвестиций.

Чистая современная стоимость (*Net Present Value*) показывает величину сверхнормативного дохода, получаемого предприятием в результате осуществления проекта, и определяется следующим образом:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{D_t}{(1+E_H)^t} - \sum_{t=0}^l \frac{K_t}{(1+E_H)^t} + \frac{L}{(1+E_H)^t}$$

где *NPV* — чистый дисконтированный доход (или чистая современная стоимость); D_t — прирост дохода предприятия в *t*-м году расчетного периода в результате нововведения; K_t — капитальные вложения в год *t*; L — ликвидационная стоимость; E_H — норма дисконта, принятая для оценки данного инвестиционного проекта; T — длительность расчетного периода.

Индексы доходности характеризуют (относительную) «отдачу проекта» на вложенные в него средства. Они могут рассчитываться как для дисконтированных, так и для не дисконтированных денежных потоков. При оценке эффективности часто используются:

- ◆ индекс доходности инвестиций;
- ◆ индекс доходности дисконтированных инвестиций.

В условиях рынка, при колебаниях цен на сырье и материалы, спроса на продукцию, процентных ставок, курсов валют и акций, движения денежных средств в ходе реализации проекта могут существенно отклоняться от запланированных, то есть существует ряд определенных рисков.

В настоящей статье для целей исследования под инвестиционным риском проекта понимается вероятность возникновения неблагоприятных последствий при определенных условиях осуществления инновационного проекта, и степень негативного воздействия на планируемые результаты.

Инновационный проект технических систем представляет из себя комплекс мероприятий, включающих обоснование, расчет и практическое внедрение технических решений с целью получения дополнительной прибыли и/или другого положительного эффекта в ус-

ловиях ограниченности материальных ресурсов, времени и технологических возможностей.

Для оценки эффективности инновационных проектов технических систем возможно использовать математическую модель, включающая в себя денежные потоки по финансовой, производственной и инвестиционной деятельности, представленные в дискретном виде, и удовлетворяющая основным особенностям инновационных проектов технических систем.

Следовательно, методы оценки эффективности инновационных проектов технических систем делятся на простые (статические) и динамические (используется процесс дисконтирования). Статические методы имеют скорее историческое и методическое значение, поскольку на практике повсеместно применяются динамические методы, которые стандартизированы на международном уровне.

К статическим методам можно отнести: расчет и сравнение прибыли, расчет и сравнение издержек, расчет срока окупаемости. Все простые методы взаимосвязаны, и ни один из них по отдельности не дает полной и достаточной информации о проекте.

Динамические методы основаны на использовании формул для сложных процентов и дисконтирования для анализа доходности проекта денежных потоков к одному времени, обычно — к началу реализации проекта.

Процесс определения сегодняшней (текущей, приведенной) стоимости денег по известной их будущей стоимости называется дисконтированием.

Наиболее распространенным и часто применяемым показателем является чистая современная стоимость проекта. Чистая современная стоимость (*NPV*) — это сумма текущих доходов за весь расчетный период времени, приведенных к начальному интервалу времени.

Таким образом, в качестве выходного параметра оценки математической модели инновационного проекта используется показатель — чистая современная стоимость проекта, позволяющий оценивать проект, с точки зрения капиталовложений:

$$NPV = \sum_{i=1}^K \frac{\sum_{j=1}^N [Q_{ji} \cdot (P_{ji} - V_{ji}) - F_{ji} - A_{ji}] \cdot (1 - T_{ji}) + A_{ji}}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^K I_i$$

где I_i — инвестиции в *i*-й квартал, r — норма дисконта, Q_{ji} — объем продаж *j* — го товара (услуги) в *i*-квартал,

P_{ji} — цена за единицу j -го товара (услуги) в i -квартал,

V_{ji} — переменные затраты j -го товара (услуги) в i -й квартал, F_{ji} — постоянные затраты j -го товара (услуги) в i -й квартал, A_{ji} — амортизация j -го товара (услуги) в i -й квартал, T_{ji} — налог на прибыль, N — количество товаров (услуг) проекта, K — количество кварталов в инновационном проекте.

Если $NPV > 0$, то проект — доходный, и его можно продолжать анализировать для принятия решения по нему.

Таким образом, в качестве выходного параметра оценки математической модели был выбран экономический показатель — чистая современная стоимость проекта, позволяющий оценить проект с точки зрения капиталовложений.

Одной из проблем применения метода имитационного моделирования, является выбор входных переменных (риск-переменных) модели, являющихся случайными величинами. Основная причина отсутствия единой рекомендации по выбору таких переменных является наличия большого числа «макетов» бизнес-планов инновационных проектов, имеющих разные направленности разработки.

При этом следует отметить, что выбор входных переменных модели играет существенную роль при анализе проектов с помощью имитационного моделирования, так как отсутствие в модели составляющих денежных потоков, оказывающих существенное влияние на выходной параметр модели, и обладающих широким диапазоном изменения может привести к недооценке рискованности проекта.

Наиболее часто на практике применяется нормальное распределение (распределение Гаусса). Нормальное распределение зависит от двух параметров — математического ожидания и среднеквадратического отклонения. Однако, основным недостатком применения данного закона на практике оценки рисков является отсутствия для проекта «четких» данных по поведению риск-переменных в будущем периоде, позволяющих применять данный закон распределения.

Менее распространенными на практике являются использование следующих законов распределения: равномерное распределение, логнормальное распределение и распределение Бернулли.

Для равномерного распределения случайной величины характерно то, что она равномерно распределена на заданном интервале. Для задания распределения

необходимо знать только минимальное и максимальное значения интервала. Для задания логнормального распределения риск-переменных необходимо знание двух параметров — математического ожидания и дисперсии.

Однако основным недостатком применения описанных выше закон является отсутствие для проекта достоверных данных поведения риск-переменных в будущем времени.

Наиболее подходящим в этом случае является использование треугольного закона распределения случайной величины (распределение Симпсона), так как оно задается тремя указанными выше параметрами. Данное распределение часто используют для динамических характеристик систем управления базами данных.

Таким образом, еще одной существенной проблемой при имитационном моделировании является подбор закона распределения случайной величины (риск-переменной). Основная проблема заключается в том, что разрабатываемый инновационный проект включает в себя денежные потоки будущего периода, а это значит отсутствие достаточной статистической, экспертной информации по риск-переменным (также как и по всем остальным), таким образом, никогда нет достоверных данных для корректного статистического анализа и выбора закона распределения. Разрабатывая инновационный проект на будущее, разработчик может с большей уверенностью говорить о диапазоне изменения риск-переменных — определять минимальное вероятное и максимальное вероятное значения для переменных, а также наиболее вероятное значение в тот или иной период времени в будущем. В настоящей работе был выбран треугольный закон распределения.

Для анализа эффективности инновационного проекта технических систем по результатам имитационных экспериментов в два этапа — оценка эффективности проекта в целом (принятие решения о целесообразности вложения инвестиций в проект), и идентификация рисков — определение того, какие риски могут повлиять на проект, и документальное оформление их характеристик.

Методика оценки качества инновационных проектов технических систем состоит из 3 шагов:

1. определение входных переменных (риск-переменных) математической модели и предварительной обработки данных для проведения имитационных экспериментов;
2. генерирование всевозможных сценариев развития инновационного проекта по каждому кварта-

лу развития с помощью имитационного моделирования;

3. оценки эффективности проекта в целом.

Первым шагом при проведении имитационного моделирования для оценки качества проекта является определение входных переменных и установка исходных данных на основании информации из бизнес-плана проекта.

Следующим шагом является проведение имитационного моделирования над математической моделью проекта — генерации множества сценариев развития проекта по входным переменным. По каждому сценарию эксперимента рассчитывается выходной параметр модели — чистая современная стоимость проекта.

После проведения имитационного моделирования (генерации возможных сценариев развития проекта по риск-переменным), следующим шагом является оценка эффективности проекта в целом на основе данных эксперимента с помощью разработанных критериев оценки эффективности — вероятности реализации неэффективного проекта и индекса ожидаемых потерь.

В результате, в ходе проведения экспериментов над математической моделью инновационного проекта технических систем, определяется эффективность проекта (принятие решения о целесообразности вложения инвестиций в проект). Далее определяются ри-

ски (идентификация рисков), которые могут повлиять на проект, и план реагирования на риски — определение возможного сценария выхода из риска (например, падение объемов продаж товара на втором году реализации, повышение цен на необходимые товары для производства продукции на четвертом году реализации проекта).

В результате выполнения работы по разработке методических аспектов и инструментария оценки эффективности инновационных проектов технических систем достигнуты следующие результаты:

- ◆ На основе исследования уточнено понятие инновационного проекта технических систем, определены основные особенности проектов технических систем.
- ◆ Проведен анализ методов оценки стоимости и рисков проекта, систем анализа эффективности инновационных проектов.
- ◆ Определена математическая модель инновационного проекта технических систем. Разработанная модель позволяет на основе имитационного моделирования генерировать сценарии развития проекта для оценки эффективности и поддержки принятия решений в управлении рисками.
- ◆ Определена методика оценки эффективности инновационного проекта технических систем, применение которой позволяет обосновать решение об инвестировании проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берсенева, Н. Программные продукты для оценки эффективности инвестиционных проектов [Электронный ресурс] / Н. Берсенева // Финансовый директор. - 2002. №4. - Режим доступа: <http://www.fd.ru/article/1323.html>
2. Project Risk Management Guidance for WSDOT Projects [Электронный ресурс]. - 2010. - Режим доступа: <http://www.wsdot.wa.gov/publications/fulltext/cevp/ProjectRiskManagement.pdf>
3. Risk management in the procurement of innovation - Concepts and empirical evidence in the European Union / European Commission. - Luxembourg: Publications Office of the European Union. - 2010. - 124 p.
4. Siemens Science Award - научный конкурс инновационных проектов [Электронный ресурс]. - 2012. - Режим доступа: <http://www.science-award.siemens.ru/>
5. Sipos, G.L. Evaluation method of the innovation project global efficiency [Электронный ресурс] / G.L. Sipos, J.B. Ciurea, Ph.D. Stud. - 2007. - Режим доступа: http://mpira.uni-muenchen.de/13081/1/Paper_Sipos_Ciurea.pdf
6. Scholtes, S. Risk-enhanced NPV analysis: A Call for Computer Aided Investment Appraisal [Электронный ресурс] / S. Scholtes. - 2009. - Режим доступа: http://www.eng.cam.ac.uk/~ss248/real_options/Papers/CADM.doc

© Бобышев Петр Петрович (141963141963@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ MASK R-CNN И SLIC SUPERPIXELS В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ АВИАПОДСЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ ИСЧЕЗАЮЩЕГО ВИДА БЕЛЫХ МЕДВЕДЕЙ В СРЕДЕ ИХ ОБИТАНИЯ

Бунтов Александр Игоревич

Руководитель отдела разработки, Сбермаркет,
г. Москва
buntoff@gmail.com

APPLICATION OF THE MASK R-CNN AND SLIC SUPERPIXELS ALGORITHMS IN SOLVING THE PROBLEMS OF AIR COUNTING THE NUMBER OF ENDANGERED SPECIES OF POLAR BEARS IN THEIR HABITAT

A. Buntov

Summary. This article is devoted to the problem of counting the number of endangered species of animals in their natural habitat. The paper explores the features of the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) with special software written using the MASK R-CNN and Slic superpixels algorithms, as well as the use of open libraries and free software projects such as: Thresholding histograms, OpenCV and FFmpeg in solving counting problems population of the endangered species of Arctic bears. In this study, a set of interchangeable payload modules (photo camera, television camera, infrared camera, thermal imager), ground control station are used as part of the UAV complex. In order to study and solve the problem of counting the number of polar bears in their habitat using UAVs, a scheme for converting the sizes of the object of detection in TV channels in the form of an UAV unit with a matrix converter is proposed. An integral algorithmic development of UAV routing in a proposed computer application is presented.

Keywords: software algorithms, programming, unmanned aerial vehicles, endangered animal species.

Аннотация. Данная статья посвящена проблематике подсчета численности исчезающего вида животных в их природной среде обитания. В работе исследуются особенности применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) со специальным программным обеспечением, написанным с помощью алгоритмов MASK R-CNN и Slic superpixels, а так же использование открытых библиотек и бесплатных программных проектов как: Thresholding histograms, OpenCV и FFmpeg в решении проблем подсчета численности исчезающего вида арктических медведей. В исследовании в качестве состава комплекса БПЛА используются комплект сменных модулей полезной нагрузки (фотокамера, телекамера, инфракрасная камера, тепловизор) и наземная станция управления. С целью исследования и решения проблемы подсчета численности белых медведей в их среде обитания с помощью БПЛА предложена схема преобразования размеров объекта обнаружения в каналах телевизора в виде блока БПЛА с матричным преобразователем. Представлена интегральная алгоритмическая разработка маршрутизации БПЛА в предполагаемом компьютерном приложении.

Ключевые слова: программные алгоритмы, программирование, беспилотные летательные аппараты, исчезающий вид животных.

Введение

Символ Арктики — Белый медведь (*Ursus maritimus*), по прогнозам ученых может исчезнуть с планеты Земля к концу этого столетия. По приблизительной статистике, общая популяция арктических хищников достигает около 25 тысяч, из которых 6–7 тысяч обитают на территории российской Арктики.

Прогрессирующий процесс глобального потепления приводит к сокращению толщины и площади распространения слоя арктического льда, что в свою очередь вызывает катастрофическую фрагментарность самого покрова Северного Ледовитого океана. Исчезновение

однородности льда, отступление его кромки в районы с большой глубиной и отсутствие удовлетворительной биологической активности в них, представляет серьезную угрозу для арктического медведя. Такие местности вызывают большие сложности с добычей пропитания.

Исчезающему виду хищника угрожают и антропогенные факторы: добыча полезных ископаемых и разработка самих мест добычи, развивающийся туризм, судоходство и нелегальная охота. Уничтожительной угрозой для популяции арктических медведей, помимо глобального потепления, является их нелегальная добыча браконьерами. В России охота на этого хищника запрещена с 1957 года, но пока разрешена в странах Гренландии, Канады и США

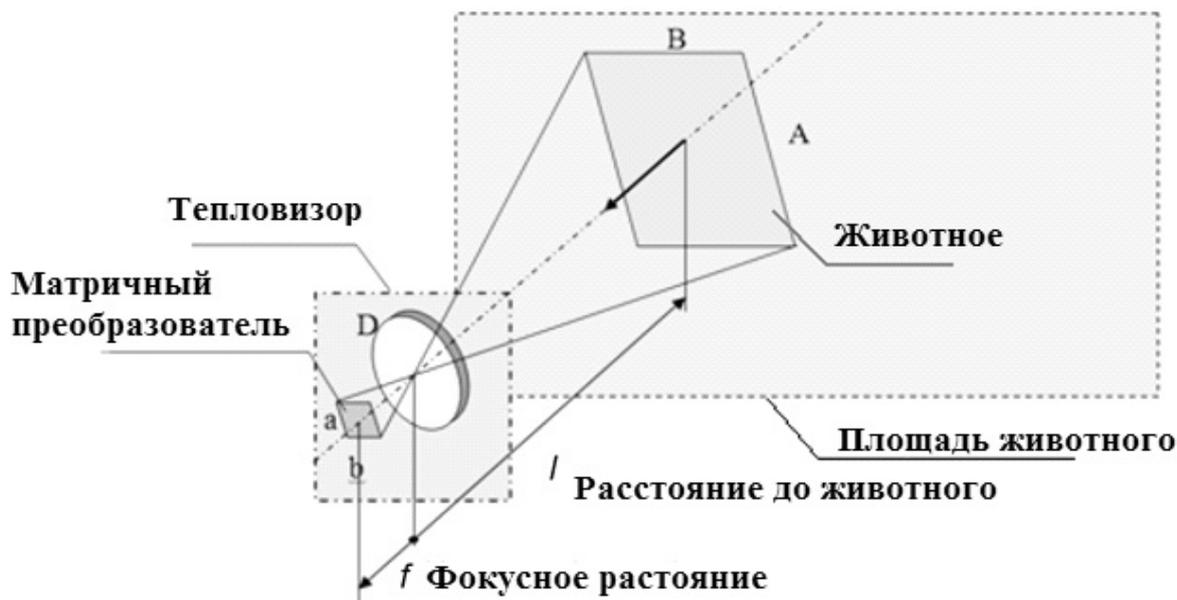


Рис. 1. Схема получения видеоизображения белых медведей в телевизоре с матричным преобразователем, как элемента БПЛА

В 2015 году, в Илулиссате (Гренландия), страны обитания арктического медведя разработали план по мерам обеспечения сохранности и благополучия состояния популяции этого зверя. В утвержденном Циркумпольном плане зафиксированы 61 активности, которые направлены на сохранение вида белого медведя. В основу всех пунктов заложена идея о минимизации негативных воздействий антропогенных факторов на популяцию, а именно:

- ◆ мотивация всех стран ареала обитания хищника к сокращению выбросов парникового газа;
- ◆ разработка строгой, регламентированной системы добычи белых медведей;
- ◆ ответственность и гарантированное сохранение основных местообитаний вида;
- ◆ сокращение случаев браконьерства и нелегальной торговли.

Сохранение и поддержка, находящиеся под угрозой видов, возможны при условии постоянных научных работок и своевременных сведений, таких как: численность популяции, особенности жизненного цикла, перемещения и распространение арктических медведей, половозрастная структура популяции, объектах добычи, взаимоотношения хищника с другими видами животных, взаимодействие с человеком, предпочитаемых местообитаниях.

На сегодняшний день, для проведения анализа состояния популяции арктического медведя используют следующие методы:

- ◆ систематический авиаучет особей;
- ◆ периодичное мечение с периодичным отловом хищников;
- ◆ использование методов индекса состояния популяции.

К сожалению, исследования с помощью авиаучета являются эффективными только в районах с высокой численностью арктических медведей. На территориях с низкой плотностью, где хищников трудно заметить, стоимость полетов может оказаться очень высокой, а так же велика вероятность получить множественные статистические ошибки при расчете численности особей.

На сегодняшний день возможное использование БПЛА представляет собой наиболее эффективный метод наблюдения за численностью и перемещением белых медведей, как со стороны финансового аспекта, так и со стороны затраченного времени. Охрана территорий для пресечения браконьерства и незаконная торговля исчезающими животными, так же является монументальной задачей в борьбе за сохранение вида. Чтобы расширить существующие усилия по наземному патрулированию, есть необходимость привлечь беспилотное воздушное наблюдение с использованием видимого и теплового инфракрасного излучения.

Цель статьи

Исследование возможностей БПЛА со специальным программным обеспечением, в решении проблем под-

счета численности белых медведей в их арктической среде обитания.

Обсуждение результатов

Фактически стоит задача разработки программного обеспечения, с его последующей установкой на БПЛА, которое, в режиме реального времени, сможет контролировать численность популяции белых медведей в арктических льдах.

Безусловно, одной из лучших преимуществ БПЛА является возможность использования различных съемных и мобильных элементов, которые являются модульными. Инфракрасные детекторы могут легко обнаружить скопления диких животных или людей в ночное время. Для идентификации браконьеров лучше использовать стробоскопы, а магнитные детекторы легко определяют любой вид огнестрельного оружия.

С целью исследования и решения проблемы подсчета численности белых медведей в их среде обитания с помощью БПЛА, предложена схема преобразования размеров объекта и обнаружения его в каналах телевизора в виде блока БПЛА с матричным преобразователем, которая представлена на рис. 1.

Площадь животного белого медведя в пределах поля зрения тепловизора на плоскости матричного преобразователя определяется по формуле:

$$S_{ab} = \frac{S_{AB} f^2}{l^2}$$

где f — фокусное расстояние объектива,
 l — дальность наблюдения или измерения,
 S_{ab} — площадь проекции белого медведя наблюдения на матрицу.

Количество элементов матричного преобразователя, какие воспринимают и фиксируют тепловое излучение от животного, определяется соотношением:

$$N_{el} = \frac{S_{ab}}{S_{el}}$$

где S_{ab} — размер объекта (цели) на чувствительной плоскости матричного преобразователя,
 S_{el} — размер одного чувствительного элемента матричного преобразователя.

Максимальную дальность обнаружения, распознавания и идентификации животных с учетом количества эле-

ментов их изображения на матричном преобразователе можно рассчитать по формуле:

$$l = f \sqrt{\frac{S_{AB}}{S_{el} N}}$$

Для выявления животных возможно использовать недорогой длинноволновый инфракрасный датчик Lepton фирмы FLIR. Используемая версия датчика Lepton с параметрами:

- ◆ спектральный диапазон 8–14 мкм;
- ◆ лучшая спектральная эффективность 9,5–12,5 мкм;
- ◆ горизонтальное поле зрения FOV = 25 °;
- ◆ формат матрицы 80 x 60;
- ◆ размер пикселя 17 мкм;
- ◆ температурная чувствительность <50 мК.

С развитием цифровых средств наблюдения и фиксации, устанавливаемых в качестве их составляющих, повысилась точность и оперативность наблюдения за численностью животных. Использование радиомаяков при использовании БПЛА, позволяет точно определить географические координаты местоположения животного, также возможно следить за перемещением медведя и величиной его суточного перехода. Направив БПЛА по заданным координатам с целевым блоком фотоаппарата и курсовой видеокамерой, возможно осуществить аэрофотографическую съемку зверя. После приземления с БПЛА скачиваются все полученные снимки. Для обработки полученных цифровых данных используется специальное программное обеспечение, написанное на основе программных алгоритмов MASK R-CNN и Slic superpixels. Вспомогательные библиотеки и открытые программы как: Thresholding histograms, OpenCV и FFmpeg помогут автоматически распознать изображения медведя и отнести его к необходимому классу. По итогам обработки информации, рассчитывается численность исследуемого вида животного на заданной территории. Площадь съемки за одну рабочую сессию может составлять от 4 до 8 тыс. га.

Для построения маршрутизации облета исследуемой площади можно использовать разные варианты. В этой работе рассмотрим змеевидный трек, который строится по следующему программному алгоритму:

Следующий этап подготовки системы подсчета животных — разработка компьютерного приложения для БПЛА. Этап, на котором возникает необходимость создать симбиоз из программных алгоритмов: MASK R-CNN, Slic superpixels и включить наработки библиотек по распознаванию изображения из: Thresholding histograms, OpenCV, FFmpeg.

index.html

Raw

```

1 <html>
2 <head>
3   <meta charset="utf-8">
4   <meta name="viewport" content="width=device-width">
5 </head>
6
7 <body>
8   <canvas width="200px" height="200px" id="canvas" style="border:solid 1px #000;"></canvas>
9   <script src="path.js"></script>
10  <script>
11    var canvas = document.getElementById("canvas");
12    var ctx = canvas.getContext("2d");
13    ctx.globalAlpha=0.1;
14    ctx.strokeStyle="#1149ff";
15    ctx.lineWidth=11;
16
17
18    var j = new Path(0, 200, 0, 200).make_path
19
20    for (var i = 0; i < Object.keys(j).length-1
21      ; i++ ) {
22      ctx.beginPath();
23      ctx.moveTo(j[i][0],j[i][1]);
24      ctx.lineTo(j[i+1][0], j[i+1][1]);
25      ctx.stroke();
26    }
27  </script>
28 </body >
29 </html >

```

```

2 class Path {
3   constructor(x1, x2, y1, y2) {
4     this._x1 = x1;
5     this._x2 = x2;
6     this._y1 = y1;
7     this._y2 = y2;
8     this._trace = {};
9     this._speed = 10;
10    this._reverse = false
11  };
12
13  control(direction) {
14    if (direction == "left") {
15      this._x1 += this._speed * 1;
16      this._y1 += this._speed * 0
17    } else if (direction == "right") {
18      this._x1 += this._speed * -1;
19      this._y1 += this._speed * 0
20    } else if (direction == "down") {
21      this._reverse = !this._reverse;
22      this._x1 += this._speed * 0;
23      this._y1 += this._speed * 1
24    }
25  };
26
27  get make_path() {
28    this._trace[0] = [this._x1, this._y1];
29    let step = 1;
30
31    while (this._y1 < this._y2) {
32      if (this._x1 < this._x2 && this._reverse) {
33        this.control("right");
34        if (this._x1 == 0) this.control("down")
35      } else if (this._x1 < this._x2) {
36        this.control("left")
37      } else if (this._x1 == this._x2) {
38        this.control("down");
39        this.control("right")
40      };
41
42      this._trace[step] = [this._x1, this._y1];
43      step++
44    };
45

```

```

46     this._trace[step] = [0, 0];
47     return this._trace
48   }
49   };

```

```

path.rb
Raw
1  #алгоритм на языке Ruby
2  class Path
3
4    def initialize(x1,x2,y1,y2)
5      @x1 = x1
6      @x2 = x2
7      @y1 = y1
8      @y2 = y2
9      @trace = {}
10     @speed = 10
11     @reverse = false
12   end
13
14   def control(direction)
15     if direction == 'left'
16       @x1 += @speed* 1
17       @y1 += @speed* 0
18     elsif direction == 'right'
19       @x1 += @speed* -1
20       @y1 += @speed* 0
21     elsif direction == 'down'
22       @reverse = !@reverse
23       @x1 += @speed* 0
24       @y1 += @speed* 1
25     end
26   end
27
28   def make_path
29     @trace[0] = [@x1, @y1]
30     step = 1
31     while @y1 < @y2 do
32       if @x1 < @x2 && @reverse
33         control('right')
34         if @x1 == 0
35           control('down')
36         end
37       elsif @x1 < @x2
38         control('left')
39
40       elsif @x1 == @x2
41         control('down')
42         control('right')
43       end
44       @trace[step] = [@x1, @y1]
45       step += 1
46     end
47     @trace[step] = [0,0] # return to homestation
48     @trace.to_json
49   end

```

Рис. 2. Змеевидный трек

Slic superpixels — это технология простой линейной итеративной кластеризации для сегментации изображений на основе K-средних. Этот алгоритм просто выполняет определение K-среднего в пространстве информации о цвете и местоположении изображения и поэтому тесно связан с быстрым сдвигом. Поскольку метод Slic superpixels использует кластеризацию он очень эффективен, единственным условием для получения хороших результатов необходимо, чтобы этот алгоритм работал в цветовом пространстве Lab. При этом объединении Slic

superpixels и Thresholding histograms фактически позволяет достигать сегментацию отношение среднего значения и дисперсии пикселей изображения, которые определяются для получения оптимального порогового значения алгоритмизацией Thresholding histograms.

Алгоритм Mask R-CNN был представлен в 2017 году. Он основан на исследованиях по обнаружению объектов R-CNN, Fast R-CNN и Faster R-CNN. Исходный алгоритм R-CNN представляет собой четырехэтапный процесс:

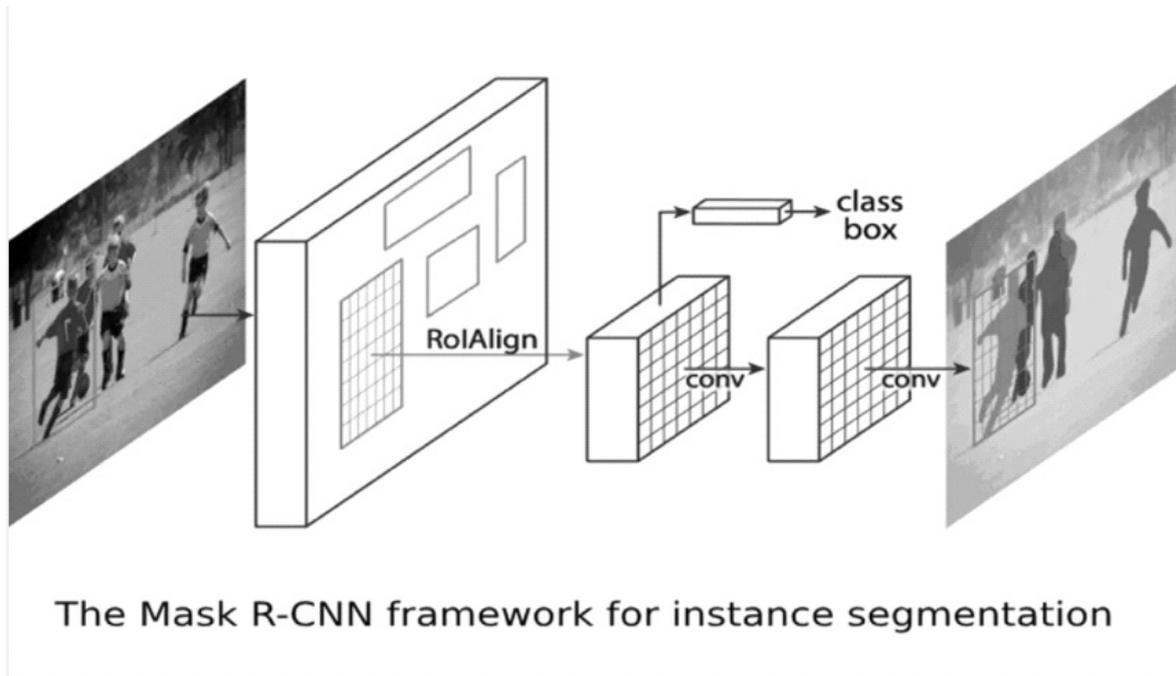


Рис. 3. (схема на белом фоне): Инфраструктура алгоритма Mask R-CNN для сегментации экземпляров

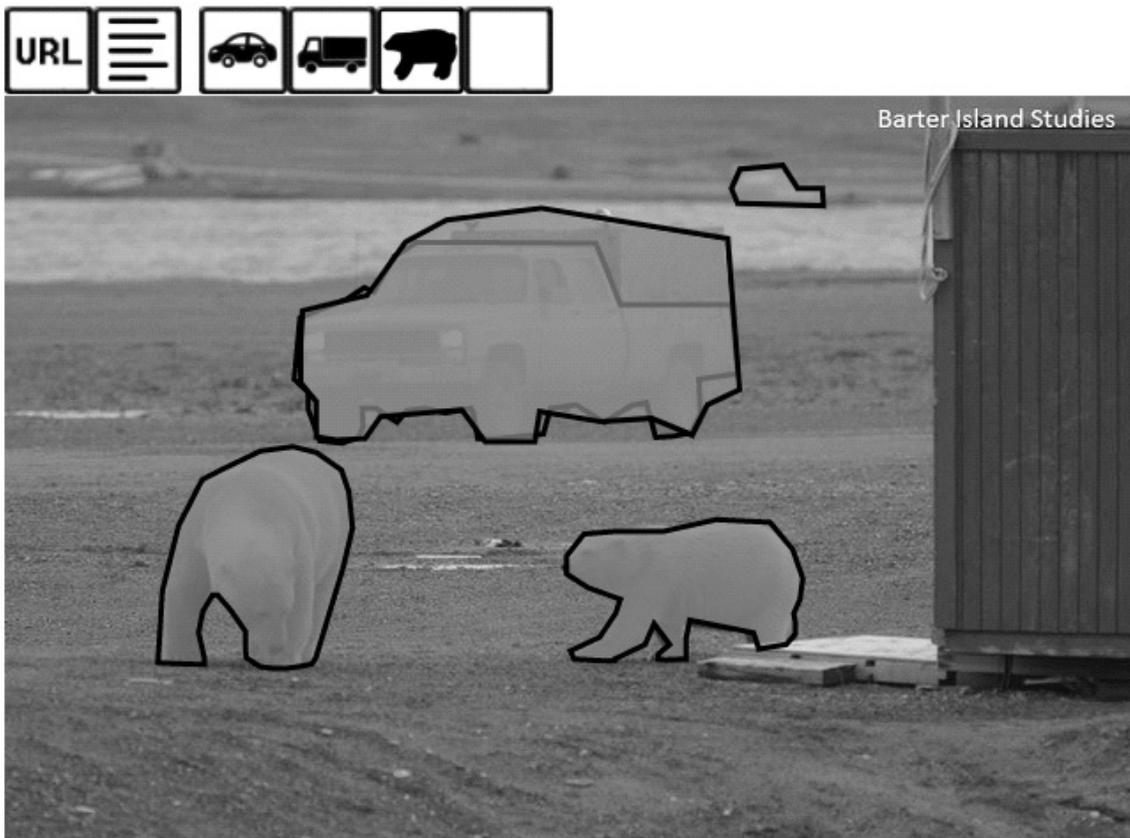


Рис. 4. (цветное изображение с медведями): Обучение алгоритмам Mask R-CNN распознаванию вида белого медведя

введение изображения в сеть, затем происходит извлечение предложений по областям (т.е. области изображения, которые потенциально могут содержать объекты) с помощью такого алгоритма, как выборочный поиск. Затем используется трансферное обучение, в частности извлечение признаков, для вычисления характеристик для каждого предложения (что фактически является ROI) с использованием предварительно обученной CNN, а в завершении происходит классифицирование каждого предложения, используя извлеченные функции с помощью машины опорных векторов (SVM). Благодаря алгоритмизации Mask R-CNN появляется возможность автоматически сегментировать и создавать пиксельные маски для каждого объекта на изображении. При этом, весьма важно отметить, что применять Mask R-CNN возможно, как к изображениям, так и к видеопотокам. Алгоритмы семантической сегментации Mask R-CNN позволяют связать каждый пиксель входного изображения с меткой класса (включая метку класса для фона).

Пример работы алгоритма Mask R-CNN с определением вида белого медведя (рис. 4).

OpenCV — это open source библиотека компьютерного зрения, которая предназначена для анализа, классификации и обработки изображений в единстве с алгоритмизацией Mask R-CNN.

FFmpeg — бесплатный программный проект с открытым исходным кодом, состоящий из набора библиотек и программ для обработки видео, аудио и других мультимедийных файлов, и потоков. В его основе лежит сам инструмент командной строки ffmpeg, предназначенный для обработки видео и аудио файлов. Он широко используется для транскодирования формата, базового редактирования (обрезки и объединения), масштабирования

видео, эффектов постобработки видео и соответствия стандартам (SMPTE, ITU).

Thresholding histograms -при обработке изображений метод пороговой обработки сбалансированной гистограммы (ВНТ) представляет собой очень простой метод, используемый для автоматической пороговой обработки изображения. Этот подход предполагает, что изображение разделено на два основных класса: фон и передний план.

Эти алгоритмы и программные разработки необходимо объединить в один интегральный алгоритм компьютерного приложения для БПЛА для контроля численности популяций белых медведей в арктических льдах. Далее созданное приложение необходимо обучить через библиотеки Common Objects in Context, используя DataSet.

Заключение

В данной работе исследуются особенности применения малого БПЛА в решении проблем подсчета численности белых медведей в среде их обитания. За последние два десятилетия технологические инновации и применение БПЛА значительно возросли. В условиях решения проблемы подсчета численности живых особей в среде их обитания, БПЛА со специальным программным обеспечением, на основе алгоритмов MASK R-CNN и Slic superpixels имеют перспективу в достижении позиционирования отдельного вида животных. Безусловно, помимо сравнительно низкой финансовой затратности, преимуществом БПЛА является возможность использовать различные модульные элементы и способность к интеграции новых приложений по обнаружению и классификации отдельного вида животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методология использования фотоловушек для оценки обилия и сезонных изменений населения млекопитающих на примере Зейского заповедника / С.А. Подольский, В.А. Кастрикин, Л.Ю. Левик [и др.] // Байкальский зоологический журнал. 2019. № 2 (25). С. 6–12.
2. Просеков А.Ю. Внедрение цифровых технологий в методы учета охотничьих животных // Известия НВ АУК. 2020. № 3 (59). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-tsifrovyyh-tehnologiy-v-metody-ucheta-ohotnichih-zhivotnyh> (дата обращения: 18.10.2021).
3. Федосеева Н.А., Загвоздкин М.В. Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов // Научный журнал. 2017. № 9 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-oblasti-primeneniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (дата обращения: 18.10.2021).
4. Drones count wildlife more accurately and precisely than humans / J.C. Hodgson, R. Mott, S.M. Baylis [et al.] // Methods in Ecology and Evolution. 2018. P. 1–8.
5. Liu H., Jiang G.S., Li H. A comparative study on four survey methods used in ungulate population size estimation in winter in north China // Shengtai xuebao. 2015. № 9. С. 3076–3086.
6. Moysan, G. Corneloup, T. Sollier, Adapting an ultrasonic image threshold method to eddy current images and defining a validation domain of the thresholding method, NDT&E International, 32 (1999)
7. W. Oh, B. Lindquist, Image thresholding by indicator kriging, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-21 (1999) 590–602. 9–84

© Бунтов Александр Игоревич (buntoff@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

О МОДЕЛИРОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АССИМИЛЯТОВ ФОТОСИНТЕЗА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

ON MODELING THE DISTRIBUTION OF ASSIMILATES OF PHOTOSYNTHESIS OF PLANT COVER

A. Vorotyntsev

Summary. A simulation model of the distribution of plants photosynthesis assimilates using growth functions by nontrivial transformation of variables is reduced to an equivalent rather simple mathematical model more suitable for identification, research and description of the mechanism of adaptation of plant cover to external conditions.

Keywords: distribution of photosynthetic assimilates, growth functions, productivity optimization of agrocenosis, transpiration, plant physiology, agrocenosis, simulation.

Воротынцев Александр Васильевич

К.ф.-м.н., н.с., Федеральный исследовательский
центр Информатика и управление РАН
avv_alexv@mail.ru

Аннотация. Имитационная модель распределения ассимилятов фотосинтеза растений с помощью ростовых функций нетривиальным преобразованием переменных приводится к эквивалентной довольно простой математической модели, более соответствующей задачам идентификации, исследований и описания механизма адаптации растительного покрова к внешним условиям.

Ключевые слова: распределение ассимилятов фотосинтеза, ростовые функции, оптимизация продуктивности агроценоза, транспирация, физиология растений, агроценоз, моделирование.

Введение

Моделирование динамики роста биомасс и развития органов растений в естественной экосистеме почва — растительный покров (ПРП) — одна из базовых задач описания функционирования агроценозов, прогнозирования их урожайности, оценивания водопотребления растительного покрова (РП) и оценивания его загрязнений.

Для этих целей на основе концепции ростовых функций созданы сложные имитационные компьютерные модели распределения ассимилятов фотосинтеза, а также роста и развития биомасс РП в зависимости от условий внешней среды, [1], [2], [3], [4]. Ростовые функции определяют доли ассимилятов, направляемые в листья, корни, стебли и другие органы РП.

Ростовые функции весьма грубо измеряются экспериментально, [3], [4], как функции времени. Это не позволяет учесть влияние адаптации РП на рост и развитие РП. Чтобы создать новые правдоподобные и достаточно простые для идентификации и практического применения математические модели необходимо

разработать описание механизмов регуляции распределения ассимилятов фотосинтеза.

В настоящей работе известная имитационная модель распределения ассимилятов с помощью ростовых функций нетривиальным преобразованием переменных приводится к эквивалентной довольно простой математической модели более удобной для идентификации, исследований и описания механизма адаптации РП к внешним условиям.

Нельзя не отметить, что полученная эквивалентная модель проявляет ряд ценных математических качеств: наличие оптимального режима, структуру сбалансированного роста и развития РП, осреднение влияния случайных колебания параметров внешней среды.

Автор благодарит чл.- корр. РАН, д.ф.-м. наук И.Г. Поспелова, (ФИЦ ИУ РАН), академика РАЕН, д.ф.-м. наук, А.М. Тарко (ФИЦ ИУ РАН), д.т.н. А.Г. Топаж (АФИ РАН), к.ф.-м.н. М.Ч. Юсупова (Технологический университет Таджикистана) за внимание к работе, а также автор благодарит всех, прямо или косвенно имевших отношение к работе.

1. Модель распределения ассимилятов фотосинтеза и дыхания в РП

Рассмотрим следующую модель, см. [1], [2]. [3], [4] распределения ассимилятов фотосинтеза Φ' на рост $\tilde{\rho}_i \Phi' \Delta t$, дыхание роста $\tilde{R} \Delta m_i$ и дыхание поддержания $\tilde{R}'_i(T_i) m_i \Delta t$ биомассы m_i модельного растения:

$$\Delta m_i = \tilde{\rho}_i \Phi' \Delta t - \tilde{R}'_i(T_i) m_i \Delta t - \tilde{R} \Delta m_i, \quad \Phi' = S_1 \tau \Phi_0, \text{ или (1.1)}$$

или в более формализованном виде

$$\dot{m}_i = \tilde{\rho}_i M \tilde{F} - R'_i m_i, \quad \tilde{F} = \frac{1}{M} \frac{\Phi'}{1 + \tilde{R}}; \quad \dot{m}_i \geq 0; \text{ (1.2)}$$

$$R'_i = \tilde{R}'_i(T_i) (1 + \tilde{R})^{-1}, \quad \sum \tilde{\rho}_i = 1, \quad \tilde{\rho}_i \geq 0, \quad i \in \{1, k, R, s\}. \text{ (1.3)}$$

$$M = m_l + m_k, \quad p = (\bar{\mu}_s, T_1, T_k, d_a, \dots). \text{ (1.4)}$$

Здесь m_i при $i = 1$ — биомасса листьев, m_k , m_R , m_s — биомассы корней, репродуктивных органов, стеблей соответственно. Φ' — нетто-фотосинтез, производимый за время τ площадью S_1 листьев растений, растущих на единице поверхности почвы. Здесь τ — световая доля суток Δt , в течение которой осуществляется реакция фотосинтеза, производящая Φ_0 углерода ассимилятов. Фитосинтез зеленой части стеблей не учитывается. Также для большей общности в переменных уравнений (1.1)-(1.4) не указываются аргументы, например, зависимость Φ' от температуры T_1 листьев, усредненного водного потенциала $\bar{\mu}_s$ почвы и т.д. Аргументы переменных будут конкретизироваться в ходе исследования модели (1.1)-(1.4).

Из выражений (1.1)-(1.4), составляющих основу прикладных продукционных моделей РП следует, что в модели под биомассой m_i понимается масса углерода, содержащаяся в i -м органе растения. При этом полагается, что умножением на известную константу можно пересчитать m_i в массу i -го органа, а также, например, в площадь листьев или в всасывающую поверхность корней. Так, отношение площади и массы листьев к массе углерода в листьях предполагается заданным.

Коэффициенты $\tilde{R}'_i(T_i)$ и \tilde{R} дыхания поддержания и роста — заданные экспериментальные функции.

Системная основа модели (1.1)-(1.4) — это ростовые функции ρ_i , грубо измеряемые экспериментально как

функции времени $\rho_i = \rho_i(t)$. Управляющие ростовые функции ρ_i определяют доли углерода ассимилятов, транспортируемых в биомассы m_i , причем так, что биомассы m_i со временем не могут уменьшаться. Заметим, что условие $\dot{m}_i \geq 0$ существенно используется в дальнейшем при нахождении оптимальных ρ_i .

Модель с таким определением ρ_i существенно огрубляет описание реакций растений на изменения параметров $p = (\bar{\mu}_s, T_1, T_k, d_a, \dots)$, определяемых внешней средой.

Моделирование роста биомассы m_s стеблей представляет сложную задачу. Включим в модель биомассу m_s следующим образом. В (1.2)-(1.3) выполним замену

$$F = (1 - \tilde{\rho}_s) \tilde{F}, \quad \rho_i = (1 - \tilde{\rho}_s)^{-1} \tilde{\rho}_i, \quad \text{где } \tilde{\rho}_s = \tilde{\rho}_s(t) \text{ (1.5)}$$

заданная экспериментально определяемая функция, удовлетворяющая уравнению (1.3) для $i = s$. Перепишем (1.2) только для $i = \{1, k, R\}$ в новых обозначениях

$$\dot{m}_i = \rho_i M F - R'_i m_i, \quad F = \frac{1 - \tilde{\rho}_s(t)}{M} \frac{\Phi'}{1 + \tilde{R}}, \quad i = \{1, k, R\}. \text{ (1.6)}$$

$$\rho_1 + \rho_k + \rho_R = 1, \quad \rho_i \geq 0, \quad f_i \geq 0, \quad \text{где}$$

$$M = m_l + m_k, \quad \lambda = m_k / m_l, \quad f_i = \rho_i M F - R'_i m_i, \quad \rho_i = (1 - \tilde{\rho}_s)^{-1} \tilde{\rho}_i; \text{ (1.7)}$$

$$p = (\bar{\mu}_s, T_1, T_k, d_a, \dots).$$

Назовем систему (1.1)-(1.4) моделью M_0 , а получившуюся после исключения из M_0 уравнения для m_s систему (1.6)-(1.7) — моделью M_{01} . С точностью этого исключения будем считать модели M_0 и M_{01} эквивалентными.

2. Модель M_1 распределения ассимилятов фотосинтеза

Рассмотрим управляемую динамическую модель M_1 движения фазовых переменных $y = (M, m_R, \lambda)$:

$$\frac{d}{dt} M = f_M, \quad f_M(u, y, p) = \{(1 - \rho_R) F - R'_k\} M; \text{ (2.1)}$$

$$\frac{d}{dt} m_R = f_R, \quad f_R(u, y, p) = \rho_R M F - R'_R m_R; \text{ (2.2)}$$

$$\frac{d}{dt} \lambda = f_\lambda, \quad f_\lambda(u, y, p) = (1 + \lambda)^2 \{\rho_k F - \lambda \frac{\partial}{\partial \lambda} R'_k\}; \text{ (2.3)}$$

где управления u , фазовые переменные y , параметры внешней среды p имеют вид:

$$u = (\rho_R, \rho_k), y = (M, m_R, \lambda), p = (\bar{\mu}_s, T_1, T_k, d_a, \dots)$$

с ограничениями

$$-\{(1 - \rho_R)F - R'_k\} \rho_{k0} \leq \rho_k F \leq \{(1 - \rho_R)F - R'_k\} \rho_{l0}, \quad (2.4)$$

$$f_M \geq 0, f_R \geq 0, M > 0, m_R \geq 0, \lambda > 0; \quad (2.5)$$

$$\rho_{k0} = \lambda(1 + \lambda)^{-1}, \rho_{l0} = (1 + \lambda)^{-1}, \lambda = m_k / m_l; \quad (2.6)$$

$$R'_k = (R'_l + \lambda R'_k)(1 + \lambda)^{-1}, R'_l = R'_l(p), R'_k = R'_k(p).$$

Здесь выражение (2.3) получено из модели M_0 с помощью преобразования

$$\rho_l = (1 - \rho_R)\rho_{l0} - \rho_k, \rho_k = (1 - \rho_R)\rho_{k0} + \rho_k. \quad (2.7)$$

В модели (2.1)-(2.7) функции $F, R'_i(p)$ являются заданными, теоретически и экспериментально определяемыми функциями. Отметим, что аргументы функции F здесь не конкретизированы, т.е. модель M_1 весьма общая.

В том случае, когда $F = F(\lambda, p)$, уравнения (2.1)-(2.3) образуют замкнутую систему с двумя управлениями $u = (\rho_R, \rho_k)$ вместо 4-х в (1.2).

Свойства математической модели M_1 представляются весьма полезными. Поэтому требуется доказать эквивалентность моделей M_0 и M_1 .

Э. Эквивалентность моделей M_0 и M_1

Покажем, что модель M_1 (3.1)-(3.8) и модель M_0 (2.5)-(2.7) эквивалентны, т.е. из уравнений M_{01} следуют уравнения M_1 и наоборот — из уравнений M_1 следуют уравнения M_{01} .

А) Сначала покажем, что из уравнений (1.6)-(1.7) следуют (2.1)-(2.7). В самом деле, складывая уравнения (1.6) для $i = (l, k)$ получаем

$$\begin{aligned} \dot{M} &= (\rho_l + \rho_k)MF - (R'_l m_l + R'_k m_k) = \\ &= (1 - \rho_R)MF - R'_{lk} M, \end{aligned}$$

что совпадает с (2.1). Очевидно, что (1.6) для $i = R$ совпадает полностью с (2.2). Докажем (2.3).

$$\begin{aligned} \dot{m}_k &= \dot{\lambda} m_l + \lambda \dot{m}_l = \dot{\lambda} m_l + \lambda(\rho_l MF - R'_l m_l) = \\ &= \rho_k MF - R'_k m_k, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{\lambda} m_l &= (\rho_k - \lambda \rho_l)MF - (R'_k \lambda - R'_l \lambda) m_l = \\ &= (\rho_k - \lambda \rho_l)(1 + \lambda) m_l F - \lambda(R'_k - R'_l) m_l, \end{aligned}$$

Сокращая последнее равенство на m_l получим

$$\dot{\lambda} = (\rho_k - \lambda \rho_l)(1 + \lambda)F - \lambda(R'_k - R'_l) \quad (3.1)$$

и, подставляя преобразование (2.7), докажем (2.3):

$$\rho_k - \lambda \rho_l = (1 + \lambda)\rho_{kl}, R'_k - R'_l = (1 + \lambda)^2 \frac{\partial}{\partial \lambda} R'_k, \quad (3.2)$$

$$\begin{aligned} \dot{\lambda} &= (1 + \lambda)^2 F \rho_k - \lambda(1 + \lambda)^2 \frac{\partial}{\partial \lambda} R'_k = \\ &= (1 + \lambda)^2 \left\{ \rho_k F - \lambda \frac{\partial}{\partial \lambda} R'_k \right\}. \end{aligned} \quad (3.3)$$

В) Теперь докажем обратное, — что из выражений (2.1)-(2.7) следует (1.6)-(1.7). В самом деле, подставляя (3.2) в (3.3) получим уравнение (3.1). Умножим его на m_l и рассмотрим систему уравнений

$$\dot{\lambda} m_l = (\rho_k - \lambda \rho_l)MF - (R'_k - R'_l) m_k,$$

$$\dot{M} = (1 - \rho_R)MF - R'_{lk} M.$$

Подставляя в последнее уравнение $M = (1 + \lambda)m_l$, $m_k = \lambda m_l$, получим

$$\dot{\lambda} m_l + (1 + \lambda)\dot{m}_l = (1 - \rho_R)MF - R'_{lk} M, \text{ отсюда}$$

$$\begin{aligned} (1 + \lambda)\dot{m}_l &= -\dot{\lambda} m_l + (1 - \rho_R)MF - R'_{lk} M = \\ &= (1 - \rho_R - \rho_k + \lambda \rho_l)MF - (R'_{lk} M - (R'_k - R'_l) m_k) = \\ &= (\rho_l + \lambda \rho_l)MF - ((R'_l + \lambda R'_k) m_l - (R'_k - R'_l) \lambda m_l) = \\ &= (1 + \lambda)\rho_l MF - (1 + \lambda)m_l. \end{aligned}$$

Сокращая на $(1 + \lambda)$ получим уравнение (1.6) для m_l . Уравнение (1.6) для \dot{m}_k получим из

$$\dot{m}_k = \dot{M} - \dot{m}_l = (1 - \rho_R)MF - R'_{lk} M - \rho_l MF + R'_l m_l,$$

$$\begin{aligned} \dot{m}_k &= (1 - \rho_R - \rho_l)MF - (R'_l + \lambda R'_k) m_l + R'_l m_l = \\ &= \rho_k MF - R'_k m_k. \end{aligned}$$

С) Докажем, что из преобразования (2.7) и $f_i = \rho_i MF - R'_i m_i \geq 0, i = (l, k)$, в (2.7) следует

$$\rho_k \geq \frac{m_k R'_k}{M F} = \frac{\lambda R'_k}{1 + \lambda F} = \rho_{k0} \frac{R'_k}{F},$$

$$\rho_l \geq \frac{m_l R'_l}{M F} = \frac{1 R'_l}{1 + \lambda F} = \rho_{l0} \frac{R'_l}{F},$$

$$\rho_{lk} = \rho_k - (1 - \rho_R)\rho_{k0} \geq \rho_{k0} \frac{R'_k}{F} - (1 - \rho_R)\rho_{k0} \text{ или}$$

$$\rho_{lk} F \geq \{(1 - \rho_R)F - R'_k\} \rho_{k0}.$$

Аналогично,

$$\rho_{lk} = (1 - \rho_R) \rho_{l0} - \rho_l \leq (1 - \rho_R) \rho_{l0} - \rho_{l0} \frac{R'_l}{F} \text{ или}$$

$$\rho_{lk} F \leq \left\{ (1 - \rho_R) F - R'_l \right\} \rho_{l0}.$$

Ограничения (2.4) доказаны.

D) Обратно, пусть пара (ρ_R, ρ_k) удовлетворяет (2.4) модели M_1 . Рассмотрим преобразование (2.7) и покажем, что соответствующая тройка (ρ_R, ρ_l, ρ_k) удовлетворяет (1.6)-(1.7) модели M_{01} . Из преобразования (2.7)

$$\rho_l = (1 - \rho_R) \rho_{l0} - \rho_k, \quad \rho_k = (1 - \rho_R) \rho_{k0} + \rho_k$$

и $\rho_{l0} + \rho_{k0} = 1$ из (2.6) следует, что $\rho_R + \rho_l + \rho_k = 1$, т.е. совпадает с (1.6), ибо

$$\rho_l + \rho_k = (1 - \rho_R)(\rho_{l0} + \rho_{k0}) = 1 - \rho_R.$$

Неравенства (1.6)-(1.7) для $i = (l, k)$ следуют из

$$\rho_i = (1 - \rho_R) \rho_{i0} - \rho_k \geq$$

$$\geq (1 - \rho_R) \rho_{i0} - \left\{ (1 - \rho_R) \rho_{i0} - \rho_{i0} \frac{R'_i}{F} \right\} \geq \rho_{i0} \frac{R'_i}{F} > 0$$

$$f_i = \rho_i MF - R'_i m_i \geq \rho_{i0} \frac{R'_i}{F} MF - R'_i m_i =$$

$$= m_i \frac{R'_i}{F} F - R'_i m_i = 0.$$

Доказательство эквивалентности моделей M_{01} , M_1 закончено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воротынцев А.В. Исследование моделей переноса тепла и влаги в системе почва-растение // Вестник ТУТ. Душанбе: Изд-во «Бахманруд». — 2016. — № 2(27). — С. 7–16.
2. Воротынцев А.В. Модель оптимального роста биомасс растительного покрова // Сборник трудов конференции «Моделирование коэволюции природы и общества: проблемы и опыт. К 100-летию со дня рождения академика Н.Н. Моисеева». Труды МФТИ. — 2017. — Т. 9. — № 3(35). — С. 178–188.
3. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивность агроэкосистем. Л.: Гидрометеоиздат. — 1981. — 167с.
4. Полуэктов Р.А. Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. — СПб.: Изд-во С.-Петер. Унта. — 2006. — 396 с.

© Воротынцев Александр Васильевич (avv_alexv@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СПЛОШНОЕ АВТОНОМНОЕ ВОЖДЕНИЕ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И КОНВОЛЮЦИОННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

CONTINUOUS AUTONOMOUS DRIVING BASED ON COMPUTER VISION AND CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

*Wei Xiaoyu
Zheng Jingyi*

Summary. The article provides an overview of the main approaches to the organization of continuous autonomous driving. Particular attention is paid to computer vision and deep learning technologies. The logic of organizing the infrastructure for driving cars of high autonomy is considered. The paper proposes a new approach to the construction of neural networks based on structural and functional analysis. A software solution to the problem of continuous steering angle prediction for autonomous driving in Python based on convolutional neural networks is described.

Keywords: unmanned vehicle, autonomous driving, telematics, artificial intelligence, artificial neural networks, segmented images, hypergraphs, multi-agent system, rational agent, computer vision, pattern recognition, smart city, road infrastructure architecture, V2V-, V2I-, V2X-interaction, odometry, telematics, HAD systems, CAN bus.

Вэй Сяоюй

*МГТУ им. Н.Э. Баумана
569006420@mail.ru*

Чжэн Цзини

*МГТУ им. Н.Э. Баумана
sofazjy@gmail.com*

Аннотация. В статье дается обзор основных подходов к организации сплошного автономного вождения. Особое внимание уделяется технологиям компьютерного зрения и глубокого обучения. Рассмотрена логика организации инфраструктуры вождения автомобилей высокой автономности. В работе предложен новый подход к построению нейронных сетей, на базе структурно-функционального анализа. Описывается программное решение задачи непрерывного прогнозирования угла поворота руля для автономного вождения на языке Python на основе конволюционных нейронных сетей.

Ключевые слова: беспилотное транспортное средство, автономное вождение, телематические средства, искусственный интеллект, искусственные нейронные сети, сегментированные изображения, гиперграфы, многоагентная система, рациональный агент, компьютерное зрение, распознавание образов, «умный город», архитектура дорожной инфраструктуры, V2V-, V2I-, V2X-взаимодействие, одометрия, телематика, HAD-системы, CAN-шина.

Автопилоты (в авиационном смысле) происходят не от слова «автомобиль», а от слова «автоматический» — они существуют уже несколько десятилетий и прекрасно себя зарекомендовали на практике. Прежде всего они избавляют пилотов от лишней нагрузки и рутинных операций, предоставляя им дополнительное время на восстановление сил и внимания и снижая тем самым потенциальную аварийность. Дроны и квадрокоптеры как материальное воплощение автопилотов возникли немного позже, но их эффективность (прежде всего в военном деле) поражает воображение. Беспилотные автомобили пока не получили такого распространения, но этот час не за горами и его с нетерпением ждут сотни миллионов автолюбителей и профессионалов по всему свету.

Теоретически беспилотным можно сделать любой автомобиль, оснащенный CAN-шиной [1,2]. Для этого к CAN-шине подключается система беспилотного

управления рулем, тормозами и акселератором, а также сенсоры, в результате чего машина оказывается способна ездить самостоятельно. В простейшем случае потребуется добавить только бортовой компьютер, видеокамеру и дисплей в кабину водителя (на всякий случай). По этой схеме российская фирма Cognitive Pilot модернизирует комбайны для работы в беспилотном режиме [2, 3]. Беспилотный автомобиль такого класса вполне может эксплуатироваться в закрытых зонах, в сельском хозяйстве, на железных дорогах.

При переходе к интенсивному беспилотному и безостановочному дорожному движению требования к аппаратуре возрастают многократно. Поскольку для этого нужна автоматическая отказоустойчивая система, способная работать в любых условиях вождения (то есть в режиме реального времени) с экстремальными требованиями к быстродействию при крайне низких показателях допустимых ошибок. Автономные системы такого класса являются омниканальными и образуют

Таблица 1. Основные сенсоры беспилотных автомобилей

| Тип устройства | Назначение | Количество | Примечание |
|----------------|---|------------|-----------------------------------|
| Видеокамера | Распознавание объектов по видео-изображениям | | |
| Радар | Угол обзора 90–120 градусов Замер расстояний до объектов | 2–4 | Кроме беспилотников Tesla [6] |
| Лидар | Угол обзора 360 градусов Замер расстояний до объектов | 2–5 | Кроме беспилотников Tesla [6] |
| Микрофон | Звуки: сирены, скорая помощь | 1 | Только в решениях фирмы Waymo [1] |

Таблица 2. Основные датчики беспилотных автомобилей

| Обозначения | Назначение |
|-------------|----------------------------|
| IMU | Блок инерциальных датчиков |
| GPS | Одометрия |
| RTK | Телематика |

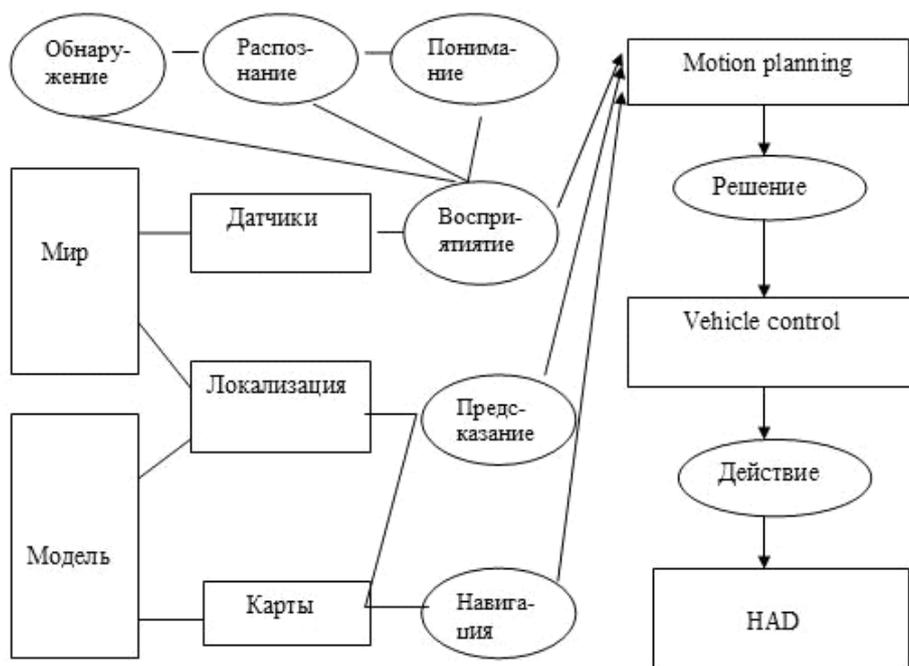


Рис. 1. Логика организации инфраструктуры вождения автомобилей высокой автономности

и потребляют огромные объемы данных [4]. Для их обработки требуются колоссальные вычислительные мощности [5].

Принцип действия наземных беспилотников представлен на рисунке 1.

Беспилотный автомобиль взаимодействует с окружающей действительностью двумя способами — непосредственно — через сенсоры (perceptions) и опосредованно — через сопоставление данных своих

датчиков с параметрами моделей мира (прежде всего картографических и математических).

Характеристики основных сенсоров беспилотных автомобилей представлены в таблице 1.

Характеристики основных датчиков, применяемых в беспилотных автомобилях, представлены в таблице 2.

Сенсоры беспилотного автомобиля собирают информацию об окружающем мире и передают ее в ком-

Таблица 3. Основные интерфейсы «Умного города»

| Обозначение | Класс | Расшифровка |
|-------------|---------------------------|---|
| V2V | vehicle-to-vehicle | автомобили обмениваются информацией напрямую друг с другом |
| V2I | vehicle-to-infrastructure | автомобили обмениваются информацией с дорожной инфраструктурой |
| V2P | vehicle-to-pedestrian | автомобили обмениваются информацией с пешеходами (например, автомобиль видит смартфон пешехода и понимает, что тут находится человек) |
| V2H | vehicle-to-home | автомобили обмениваются информацией с квартирами |
| V2C | vehicle-to-cloud | автомобили обмениваются информацией с облаками |

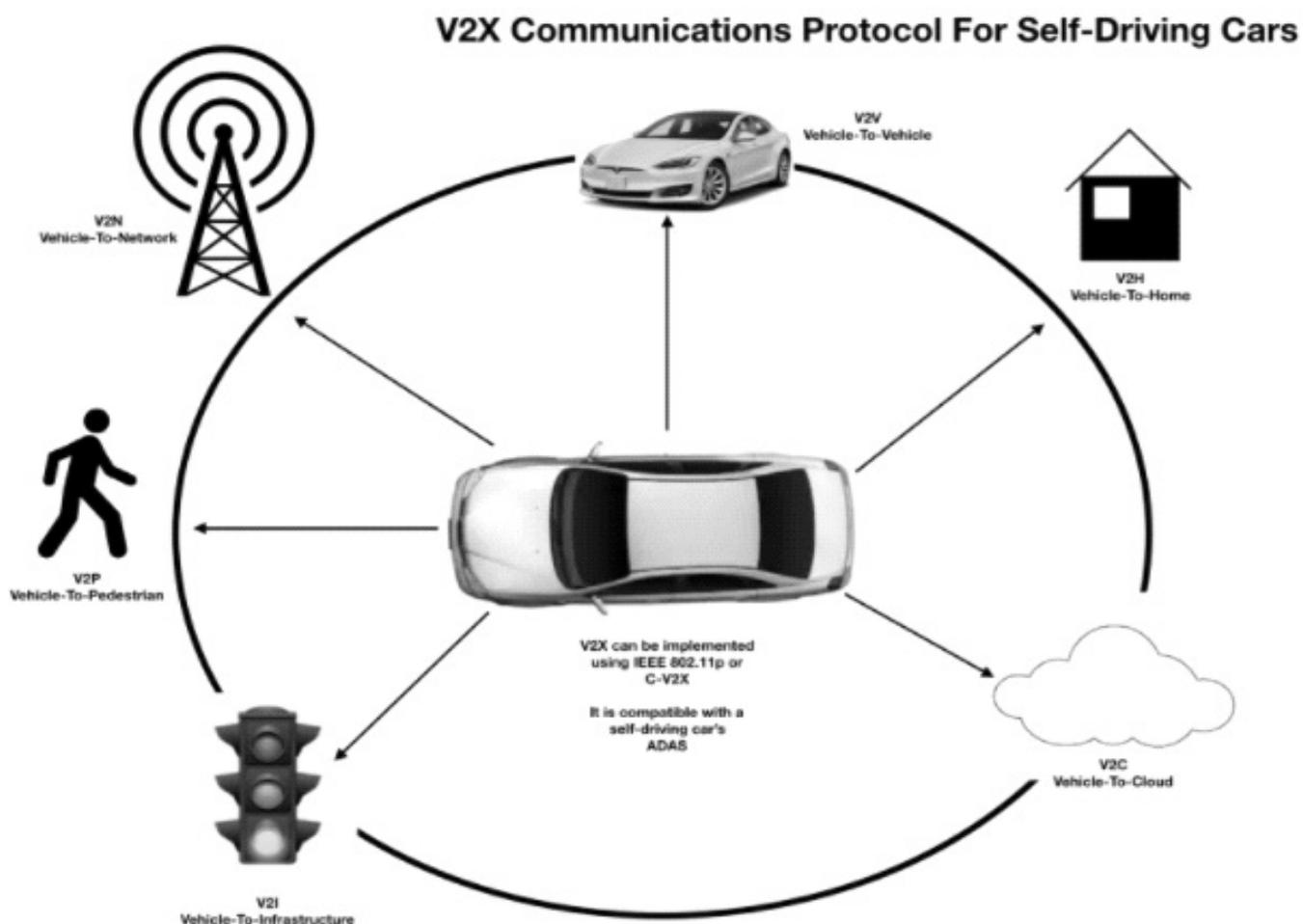


Рис. 2. Архитектура дорожной инфраструктуры «умного города» [6]

понтент системы управления (motion planning), который планирует действия на основе этой информации. Туда же поступают данные карт и локализация по данным датчиков. При этом достигается сантиметровая точность навигации (в отличие от метровой, доступной в GPS). А затем motion planning передаёт принятые решения компоненту «управление автомобилем» (vehicle

control), который отдаёт команды исполнительным механизмам автомобиля и направляет его по заданной траектории.

HAD-система представляет собой многоагентную транспортную систему, в которую могут входить различные виды агентов. Простейшими рефлексными

агентами могут быть, например, активные технические средства организации дорожного движения — «умное» периферийное оборудование автоматизированной системы управления дорожным движением (знаки, светофоры и пр.).

Беспилотные автомобили в такой системе реализуют взаимодействие с любым другим объектом (автомобилями, дорожной инфраструктурой, пешеходами, пассажирами и т.д.) посредством технологий беспроводной связи. Такое взаимодействие называется V2X-взаимодействием [7,8].

Основные интерфейсы, задействованные в HAD-и ADAS-технологиях, представлены в таблице 3 [3,9].

Архитектура дорожной инфраструктуры «умного города» представлена на рисунке 2.

Реализация подсистемы vehicle control базируется на механизмах Computer Vision, технологической основой которого является CNN (Convolutional Neural Networks) и глубокое обучение (Deep Learning) для анализа и распознавания нерегулярных, неоднородных или сложно структурированных данных (нерегулярные массивы; данные различного размера и различной природы; деревья; скелеты; графовые структуры; 2D-, 3D- и ND-облака точек; триангулированные поверхности; сегментированные изображения; гиперграфы, описывающие марковские модели т.п.).

Научное сообщество сейчас находится на этапе порождения эвристик, практика намного опережает теорию. Научные группы и прикладные разработчики используют глубокое обучение и глубокие конволюционные нейронные сети, получают при этом state-of-the-art результаты, но никакой теории построения и обучения CNN не существует. Даже там, где попытки построить структурные CNN предпринимаются, получающиеся архитектуры оказываются весьма экзотичными, поскольку на сегодняшний день не существует единых принципов, позволяющих применять CNN к нерегулярным данным напрямую. В научной литературе справедливо отмечается, что никаких предпосылок к созданию такой теории пока нет и даже неясен математический аппарат, который мог бы стать базой такой теории [10, с. 887].

Одна из первых попыток использовать структурно сложные CNN была предпринята в работе [13]. В ней предлагалось использовать в конволюционных слоях вместо конволюционных фильтров простые классические нейронные сети, состоящие из нескольких слоёв. Дальнейшим развитием такого подхода стало появление «модульных» сетей (GoogleNet [11], SqueezeNet [14],

Inception v4 [15]). Например, в работе [11] был предложен т.н. Inception module, представляющий из себя набор параллельно выполняемых конволюционных слоёв, слоёв пулинга с различными параметрами и слоя конкатенации, объединяющего их результаты, а CNN состоит из последовательности таких «модулей».

Другой подход к формированию сложной архитектуры сети был развит в работе [16], где CNN предлагается формировать как последовательность блоков, каждый из которых построен по принципу фрактальной структуры из классических конволюционных слоёв.

Во всех этих случаях сложная архитектура CNN была связана со сложной логикой обработки данных, а не с их собственной пространственной структурой. Между тем графовое представление является естественным представлением первичных (анализируемых) данных для огромного количества задач, начиная от задач анализа химических элементов ([17,18,19]), заканчивая задачами понимания текста [20] и описания сцены для решения задач обучения с подкреплением [21].

В работе [22] предлагается представить облака точек в воксельном виде (Voxel networks) с последующей их обработкой средствами CNN с трёхмерными конволюционными фильтрами.

Аналогичный подход используется и при обработке видеопоследовательностей в работе [23].

Основной проблемой такого подхода является очень большая размерность входных данных, что ведёт к неприемлемой скорости реакции таких CNN и большим потребностям в памяти. Дальнейшим развитием такого подхода явилось использование иерархических решёток, например, в [24,25,26]. В [27] была предложена модификация данного подхода, при которой отклики фильтров считались только по активным (непустым) вокселям, что в теории позволяет повысить скорость.

Несмотря на существенные успехи этого направления, проблема большого объёма входных данных и низкой скорости трёхмерных конволюций является главной проблемой воксельного подхода.

Нами предлагается иной подход на базе структурно-функционального анализа и синтеза CNN, лишенный перечисленных недостатков.

Для его реализации необходимо системно рассмотреть типы и структуры данных с точки зрения того, каковы их структурные (геометрические и топологические) особенности (внутренние метрики, симметрии,

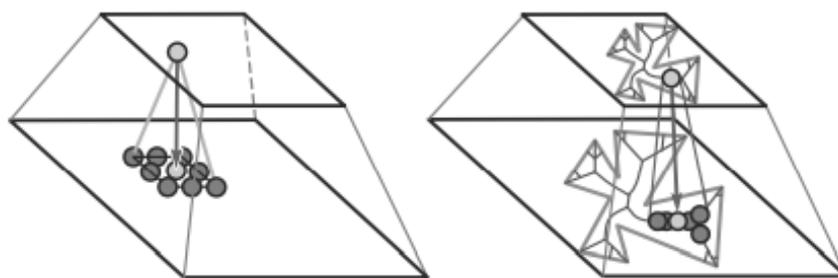


Рис. 3. Реализация функции выборки локального многообразия (окрестности) для регулярных массивов (слева) и нерегулярных структур (справа)

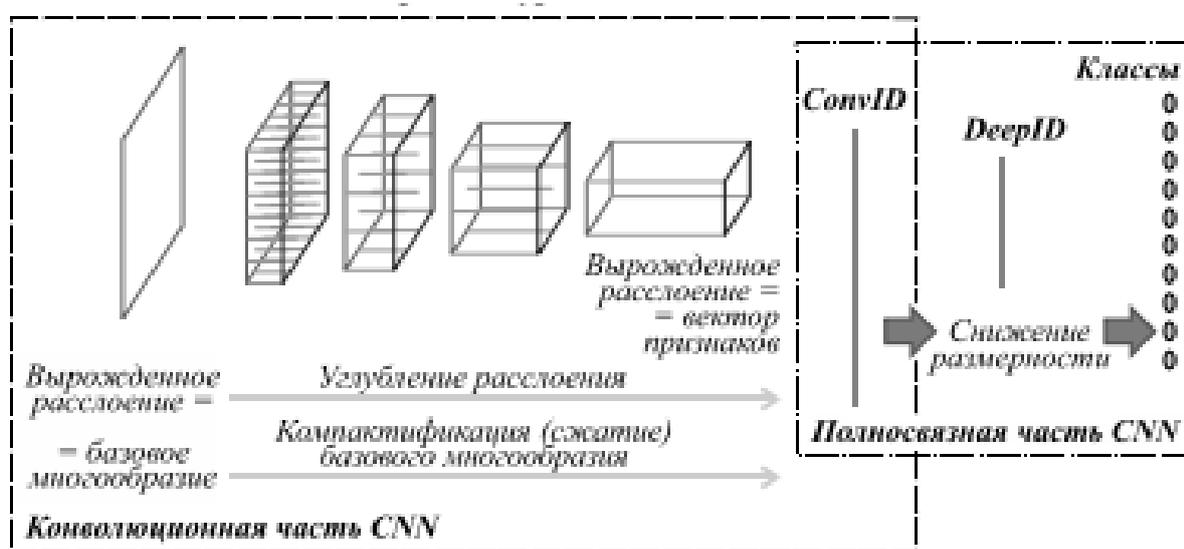


Рис. 4. Расслоение базового многообразия

связность, фрактальность/ масштабируемость и т.п.). После этого можно предложить различные способы заполнения соответствующих ячеек структурной таблицы.

Рассмотрим различия в реализации функции выборки локального многообразия (окрестности) для регулярных и нерегулярных структур. На рисунке 3 эти различия проиллюстрированы для случая скелетного описания формы фигуры.

Предложенная методика позволяет создавать, конфигурировать и обучать CNN, в том числе обладающие подобной нетривиальной и переменной (зависящей от самого анализируемого изображения или сигнала) структурой (рисунок 4).

Для практической реализации такой методики синтеза CNN предлагается построить и использовать алгоритм, представленный на рисунке 5.

Предлагается программное решение задачи непрерывного прогнозирования угла поворота руля для автономного вождения на языке Python.

Задача состоит в том, чтобы, используя CNN, сделать так, чтобы транспортное средство управляло собой само, избегая препятствий, аварийных ситуаций и нарушения правил дорожного движения. Выходными параметрами модели является ускорение (торможение) и угол поворота руля транспортного средства.

Каждое мгновение модельного времени нейронная сеть решает, как изменить свою скорость управляемого транспортного средства и направление его движения в зависимости от состояния окружающей среды. Нейронная сеть видит только то, что видел бы человек, если бы находился за рулем, включая показания приборов и датчиков на панели управления, только реагирует несколько быстрее.

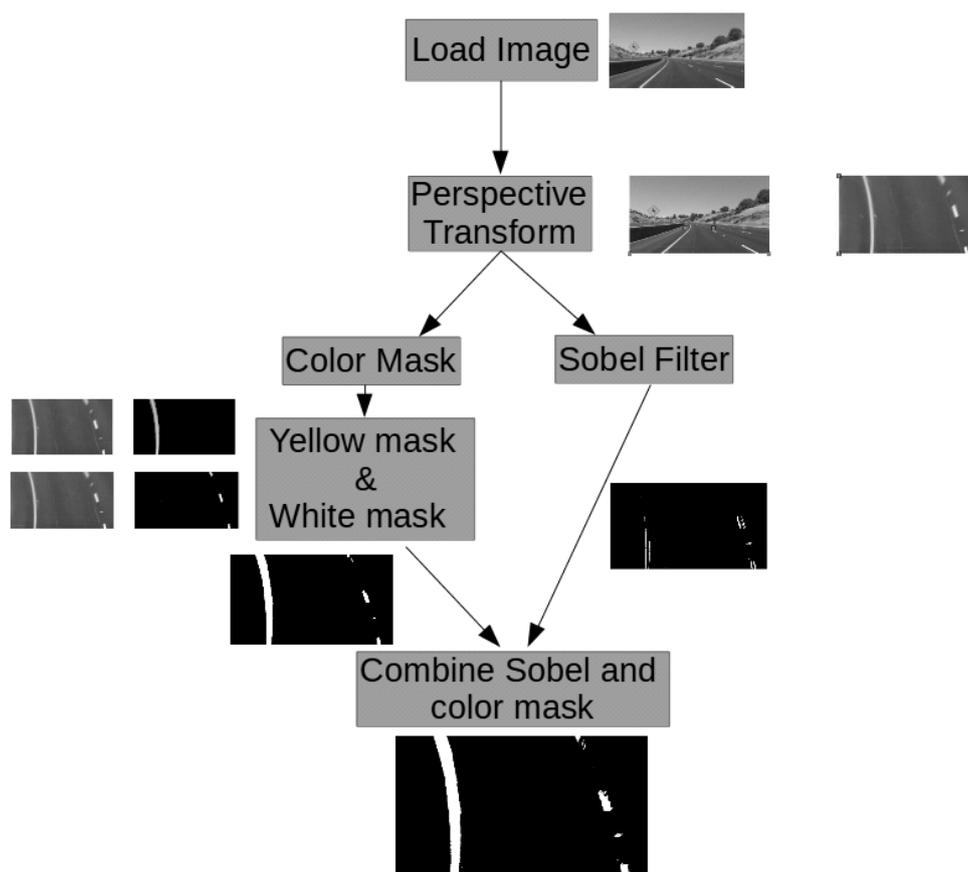


Рис. 5. Алгоритм синтеза CNN

Ценность предлагаемого в данной статье подхода, как нам представляется, заключается в его системности и последовательности. Поскольку научное сообщество сейчас находится на этапе порождения эвристик, мы

предлагаем искать и конструировать эти эвристики на регулярной основе и в рамках некоторой систематической терминологии, пригодной для описания широкого класса архитектур CNN.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каланов Глеб. Как устроены беспилотные автомобили и кто их делает // 15.02.2021 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://mag.auto.ru/article/selfdrivingsetup/>. (дата обращения: 02.02.2022).
2. Черногоров Андрей. Как мы сделали автопилот для сельхозкомбайна на видеоаналитике первыми в мире // 14 апреля 2020 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/cognitiverobot/blog/497098/>. (дата обращения: 02.02.2022).
3. Савицкий Геннадий. Взгляд на ADAS изнутри: когда поедет робот? // 21.10.2020 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/cognitiverobot/blog/524236/>. (дата обращения: 02.02.2022).
4. Блог компании Hewlett Packard Enterprise. Разработка инфраструктуры вождения автомобилей высокой автономности (HAD) // 12.03.2021 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/hpe/blog/546616/>. (дата обращения: 02.02.2022).
5. Автопилот. Беспилотный автомобиль. // 07.07.2021 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F...> (дата обращения: 02.02.2022).
6. Нигматулин Руслан. Беспилотные автомобили для начинающих. // 01.12.2018 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/431758/>. (дата обращения: 02.02.2022).
7. Душкин Р.В. I2V-взаимодействие — основа беспилотного движения. // Дорожная держава. — 2018. — № 85.
8. Душкин Р.В., Андронов М.Г. Использование методов искусственного интеллекта для организации беспилотного движения // Тренды и управление. — 2020. — № 1 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metodov-iskusstvennogo-intellekta-dlya-organizatsii-bespilotnogo-dvizheniya>. (дата обращения: 02.02.2022).

9. Пичугин Артем. Распознавание дорожных знаков с помощью CNN: Spatial Transformer Networks [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/newprolab/blog/339484/>. (дата обращения: 02.02.2022).
10. Визильтер Ю.В. и др. Структурно-функциональный анализ и синтез глубоких конволюционных нейронных сетей. // Компьютерная оптика. 2019. № 5.
11. Krizhevsky, A. ImageNet classification with deep convolutional neural networks / A. Krizhevsky, I. Sutskever, G. Hinton // Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems. — 2012. — Vol. 1. — P. 1106–1114.
12. Szegedy, C. Going deeper with convolutions / C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, A. Rabinovich // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. — 2015. — P. 1–9.
13. Wu, X. Learning robust deep face representation / X. Wu. — 2015. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1507.04844.pdf> (дата обращения: 02.02.2022).
14. Lin, M. Network in network / M. Lin, Q. Chen, S. Yan. — 2013. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1312.4400.pdf> (дата обращения: 02.02.2022).
15. Forrest, N. SqueezeNet: AlexNet-level accuracy with 50x fewer parameters and <0.5MB model size / N. Forrest, H. Song, W.M. Matthew, A. Khalid, J.D. William, K. Kurt. — 2016. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1602.07360> (дата обращения: 02.02.2022).
16. Szegedy, C. Inception-v4, Inception-ResNet and the Impact of Residual Connections on Learning / C. Szegedy, S. Ioffe, V. Vanhoucke. — 2016. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1602.07261> (дата обращения: 02.02.2022).
17. Larsson, G. Fractalnet: ultra-deep neural networks without residuals / G. Larsson, M. Maire, G. Shakhnarovich. — 2017. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1605.07648> (дата обращения: 02.02.2022).
18. Duvenaud, D. Convolutional networks on graphs for learning molecular fingerprints / D. Duvenaud, D. Maclaurin, J. Aguilera-Iparraguirre, R. Gomez-Bombarelli, T. Hirzel, A. Aspuru-Guzik, R.P. Adams. — 2015. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1509.09292.pdf> (дата обращения: 02.02.2022).
19. De Cao, N. MolGAN: An implicit generative model for small molecular graphs / N. De Cao, T. Kipf. — 2018. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1805.11973.pdf> (дата обращения: 02.02.2022).
20. Gomes, J. Atomic convolutional networks for predicting protein-ligand binding affinity / J. Gomes, B. Ramsundar, E.N. Feinberg, V.S. Pande. — 2017. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1703.10603.pdf> (request date 14.09.2018).
21. Yao, L. Graph convolutional networks for text classification / L. Yao, C. Mao, Y. Luo. — 2018. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1809.05679.pdf> (дата обращения: 02.02.2022).
22. Xiong, W. DeepPath: A reinforcement learning method for knowledge graph reasoning / W. Xiong, T. Hoang, W.Y. Wang — 2018. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1707.06690.pdf> (дата обращения: 02.02.2022).
23. Maturana, D. VoxNet: A 3D convolutional neural network for real-time object recognition / D. Maturana, S. Scherer // IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). — 2015. — P. 922–928. — DOI:10.1109/IROS.2015.7353481.
24. Tran, D. Learning spatiotemporal features with 3D convolutional networks / D. Tran, L. Bourdev, R. Fergus // IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). — 2015. — P. 4489–4497. — DOI: 10.1109/ICCV.2015.510.
25. Riegler, G. OctNet: Learning deep 3D representations at high resolutions / G. Riegler, A.O. Ulusoy, A. Geiger // CVPR. — 2017. — P. 6620–6629.
26. Riegler, G. OctNetFusion: Learning depth fusion from data. / G. Riegler, A.O. Ulusoy, H. Bischof, A. Geiger // 2017 International Conference on 3D Vision (3DV). — 2017. — P. 57–66.
27. Klovov, R. Escape from cells: Deep KdNetworks for the recognition of 3D point cloud models / R. Klovov, V. Lempitsky // ICCV. — 2017 — P. 863–872.

ЗАДАЧА О НАПРЯЖЕНИИ В ОГРАНИЧЕННОЙ ТЕЛЕГРАФНОЙ ЛИНИИ С ПЕРИОДИЧЕСКИМ ВОЗМУЩЕНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЛЕВОМ КОНЦЕ

THE PROBLEM OF VOLTAGE IN A BOUNDED TELEGRAPH LINE WITH PERIODIC VOLTAGE PERTURBATION AT THE LEFT END

**A. Goryunov
Yu. Kostikov
A. Prokofiev
A. Romanenkov**

Summary. The paper considers the telegraph equation, which is an important special case for the Maxwell equation for current propagation through wires. The solution of the telegraph equation is the distribution function of the electric voltage in a bounded wire. An original method for obtaining an exact solution of a boundary value problem with a nontrivial boundary condition is proposed. A series of auxiliary functions was introduced, which made it possible to reduce to the classical one-dimensional problem of string oscillation with Dirichlet conditions at the ends of the wire. By the method of separation of variables, an exact solution was obtained in the form of a convergent Fourier series.

Keywords: telegraphic equation, boundary value problem, exact solutions.

Горюнов Александр Владимирович

К. ф. - м. н., доцент, Московский Авиационный
Институт
msgor@mail.ru

Костиков Юрий Александрович

К. ф. - м. н., доцент, Московский Авиационный
Институт
jkostikov@mail.ru

Прокофьев Александр Иванович

К. ф. - м. н., доцент, Московский Авиационный
Институт
prokofev812@gmail.com

Романенков Александр Михайлович

К. т. н., доцент, Московский Авиационный
Институт
romanaleks@gmail.com

Аннотация. В работе рассматривается телеграфное уравнение, являющееся важным частным случаем для уравнения Максвелла для распространения тока по проводам. Решением телеграфного уравнения является функция распределения электрического напряжения в ограниченном проводе. Предложен оригинальный метод получения точного решения краевой задачи с нетривиальным граничным условием. Введена серия вспомогательных функций, что позволило свести к классической одномерной задаче о колебании струны с условиями Дирихле на концах провода. Методом разделения переменных было получено точное решение в виде сходящегося ряда Фурье.

Ключевые слова: телеграфное уравнение, краевая задача, точные решения.

Введение

Получение точного решения обеспечивает возможность более быстрых расчетов телеграфных линий и открывает возможность более гибкого их проектирования.

Следуя [1], рассмотрим ограниченную телеграфную линию длины l . С распределенными параметрами C, L, R, G , где C — емкость на единицу длины, L — индуктивность на единицу длины, R — сопротивление на единицу длины, G — проводимость на единицу длины (см. [4], [5]). Будем считать, что правый конец линии заземлен, а левый конец подключен к источнику питания, который подает напряжение по гармоническому закону:

$$v(t) = V \sin \omega t,$$

где V — амплитуда напряжения, ω — частота. Предполагаем так же, что в начальный момент времени в линии нет ни тока, ни напряжения. Пусть $u = u(x, t)$ — распределение напряжения в такой телеграфной линии. Установлено, что эта функция является решением однородной гиперболической задачи [6], [7]:

$$\alpha^2 u_{tt} + 2\beta u_t + \gamma^2 u - u_{xx} = 0, \tag{1}$$

$$u|_{x=0} = v(t), u|_{x=l} = 0, \tag{2}$$

$$u|_{t=0} = u_t|_{t=0} = 0, \tag{3}$$

$$\text{где } \alpha^2 = \sqrt{CL}, \beta = \frac{CR+LG}{2}, \gamma^2 = RG.$$

Постановка задачи.

Для поиска решения этой задачи обнулим краевые условия (2). Для этого введем новую функцию $w(x, t)$, которая определяется уравнением:

$$u = w + \left(1 - \frac{x}{l}\right)v. \tag{4}$$

Тогда краевые условия (2) для функции w переписутся следующим образом:

$$u|_{x=0} = w|_{x=0} + v = v, u|_{x=l} = w|_{x=l} = 0,$$

то есть

$$w|_{x=0} = w|_{x=l} = 0. \tag{5}$$

Далее, необходимо пересчитать в новой переменной уравнение (1) и начальные условия (3) для него. Выполним пересчет производных:

$$u_t = w_t + \left(1 - \frac{x}{l}\right)v_t, u_{tt} = w_{tt} + \left(1 - \frac{x}{l}\right)v_{tt}, \tag{6}$$

$$u_x = w_x - \frac{1}{l}v, u_{xx} = w_{xx}. \tag{7}$$

Подставим выражения из (6) и (7) в уравнение (1):

$$\alpha^2 w_{tt} + 2\beta w_t + \gamma^2 w - w_{xx} + \alpha^2 \left(1 - \frac{x}{l}\right)v_{tt} + \gamma^2 \left(1 - \frac{x}{l}\right)v = 0. \tag{8}$$

Начальные условия примут следующий вид:

$$u|_{t=0} = w|_{t=0} + \left(1 - \frac{x}{l}\right)v(0) = 0, u_t|_{t=0} = w_t|_{t=0} + \left(1 - \frac{x}{l}\right)v_t(0) = 0,$$

то есть

$$w|_{t=0} = -\left(1 - \frac{x}{l}\right)v(0), w_t|_{t=0} = -\left(1 - \frac{x}{l}\right)v_t(0). \tag{9}$$

Иными словами, возникает неоднородная краевая задача для уравнения (8) с краевыми условиями (5) и начальными условиями (9).

Пусть далее,

$$g(x, t) = -\left(1 - \frac{x}{l}\right)(\alpha^2 v_{tt} + \gamma^2 v), \tag{10}$$

тогда уравнение (8) примет следующий вид

$$\alpha^2 w_{tt} + 2\beta w_t + \gamma^2 w - w_{xx} = g(x, t). \tag{11}$$

Следующим шагом из уравнения (11) уберем слагаемое с первой производной по времени. Для этого введем новую функцию $z(x, t)$, такую что:

$$w = ze^{\kappa t}, \tag{12}$$

где κ — числовой параметр, который будет определен позднее. Заметим, что

$$w_{xx} = z_{xx}e^{\kappa t}, w_t = (z_t + \kappa z)e^{\kappa t},$$

$$w_{tt} = (z_{tt} + 2\kappa z_t + \kappa^2 z)e^{\kappa t},$$

и после подстановки в (11) при $\kappa = -\frac{\beta}{\alpha^2}$ получим:

$$\alpha^2 z_{tt} + \left(\gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2}\right)z - z_{xx} = g(x, t)e^{\frac{\beta t}{\alpha^2}}. \tag{12}$$

Отметим, что при замене (12) краевые условия на функцию z совпадут с условиями (5). Начальные условия (9) примут вид:

$$z|_{t=0} = -\left(1 - \frac{x}{l}\right)v(0), z_t|_{t=0} = \left(1 - \frac{x}{l}\right)\left(-\frac{\beta}{\alpha^2}v(0) - v_t(0)\right). \tag{13}$$

Рассмотрим однородное уравнение:

$$\alpha^2 z_{tt} + \left(\gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2}\right)z - z_{xx} = 0,$$

для которого применим метод Фурье [3]. А именно, потребуем, чтобы

$$z = X(x)T(t),$$

откуда следует, что

$$\frac{\alpha^2 T''}{T} + \left(\gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2}\right) = \frac{X''}{X}. \tag{13}$$

Тогда возникает классическая задача Штурма-Лиувилля:

$$\frac{X''}{X} = \lambda, X(0) = X(l) = 0,$$

решение которой известно. Итак, имеем счетный набор собственных чисел

$$\lambda_n = -\left(\frac{\pi n}{l}\right)^2, \tag{14}$$

и отвечающим им набор собственных функции

$$X_n = \sin \frac{\pi n x}{l}, n \in \mathbb{N}, \tag{15}$$

Теперь получим разложение в ряд Фурье по системе функции X_n функцию $g(x, t)$ из (10) и начальные условия (13). Несложно получить, что

$$1 - \frac{x}{l} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\pi n} \sin \frac{\pi n x}{l},$$

тогда

$$g(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{-2(\alpha^2 v_{tt} + \gamma^2 v)}{\pi n} \sin \frac{\pi n x}{l}, \tag{16}$$

$$z|_{t=0} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2v(0)}{\pi n} \sin \frac{\pi n x}{l}, \tag{17}$$

$$z_t|_{t=0} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\left(-\frac{\beta}{\alpha^2}v(0) - v_t(0)\right)}{\pi n} \sin \frac{\pi n x}{l}. \tag{18}$$

Для каждого натурального значения n получаем, что

$$z_n = T_n(t) \sin \frac{\pi n x}{l}. \tag{19}$$

Подставим (19) в уравнение (12) и с учетом (16) и линейной независимости собственных функции задачи Штурма-Лиувилля получим, что

$$\alpha^2 T_n'' + \left(\gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2} + \left(\frac{\pi n}{l}\right)^2\right)T_n = \frac{-2(\alpha^2 v_{tt} + \gamma^2 v)}{\pi n}, \tag{20}$$

и выполняются начальные условия

$$T_n(0) = 2 \frac{v(0)}{\pi n}, T_n'(0) = -2 \frac{\left(\frac{\beta}{\alpha^2}v(0) + v_t(0)\right)}{\pi n}, \tag{21}$$

Решением уравнения (20) является функция

$$T_n = c_{1n}e^{\mu_{1n}t} + c_{2n}e^{\mu_{2n}t} + S_n(v), \tag{22}$$

где $S_n(v)$ — функция, определяющаяся по правой части уравнения (20), явную формулу для этой функции можно найти, например, в [2]; а μ_{1n}, μ_{2n} — корни характеристического уравнения:

$$\alpha^2 \mu_n^2 + \gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2} + \left(\frac{\pi n}{l}\right)^2 = 0, \tag{23}$$

которые могут быть как действительными, так и чисто мнимыми.

Получим, далее, явные формулы для решения. С учетом вида функции v , заметим, что в правой части уравнения (20)

$$\alpha^2 v_{tt} + \gamma^2 v = (-\alpha^2 \omega^2 + \gamma^2)V \sin \omega t,$$

далее, в (21) имеем

$$T_n(0) = 0, T_n'(0) = -2 \frac{\omega V}{\pi n}. \quad (24)$$

В уравнении (20) выражение

$$\left(\gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2} + \left(\frac{\pi n}{l} \right)^2 \right)$$

может быть как положительным, так и отрицательным, но для все возможных натуральных n отрицательное значение оно примет только для конечного набора значений n .

Пусть $N_1 := \left\{ n | n \in \mathbb{N} \text{ and } \gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2} + \left(\frac{\pi n}{l} \right)^2 < 0 \right\}$.

Далее, пусть $-\sigma_n^2 = \gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2} + \left(\frac{\pi n}{l} \right)^2$.

Тогда $\forall n \in N_1$ имеем

$$T_n = c_{1n} e^{\frac{\sigma_n t}{\alpha}} + c_{2n} e^{-\frac{\sigma_n t}{\alpha}} + \frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 + \sigma_n^2)} V \sin \omega t, \quad (25)$$

и из начальных условий найдем, что

$$c_{1n} = -\frac{\alpha}{2\sigma_n} \left(\frac{\omega V (\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2)}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 + \sigma_n^2)} + \frac{2\omega V}{\pi n} \right), c_{2n} = \frac{\alpha}{2\sigma_n} \left(\frac{\omega V (\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2)}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 + \sigma_n^2)} + \frac{2\omega V}{\pi n} \right)$$

и

$$z = \sum_{n \in N_1} \left(\frac{\alpha}{2\sigma_n} \left(\frac{\omega V (\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2)}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 + \sigma_n^2)} + \frac{2\omega V}{\pi n} \right) \left(-e^{\frac{\sigma_n t}{\alpha}} + e^{-\frac{\sigma_n t}{\alpha}} \right) + \frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 + \sigma_n^2)} V \sin \omega t \right) \sin \frac{\pi n x}{l},$$

Далее, опираясь на формулы (4) и (12), получим, что

$$u = \left(1 - \frac{x}{l} \right) V \sin \omega t +$$

$$+ \sum_{n \in N_1} \left(\frac{\alpha \omega V}{2\sigma_n} \left(\frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 + \sigma_n^2)} + \frac{2}{\pi n} \right) \left(-e^{\left(\frac{\sigma_n}{\alpha} - \frac{\beta}{\alpha^2} \right) t} + e^{-\left(\frac{\sigma_n}{\alpha} + \frac{\beta}{\alpha^2} \right) t} \right) + \frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 + \sigma_n^2)} V \sin \omega t \right) \sin \frac{\pi n x}{l}. \quad (26)$$

Пусть теперь

$$N_2 := \left\{ n | n \in \mathbb{N} \text{ and } \gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2} + \left(\frac{\pi n}{l} \right)^2 > 0 \right\}.$$

Введем обозначение

$$\zeta_n^2 = \gamma^2 - \frac{\beta^2}{\alpha^2} + \left(\frac{\pi n}{l} \right)^2.$$

Тогда $\forall n \in N_2$ и $\omega^2 \neq \zeta_n^2$ имеем

$$T_n = c_{1n} \sin \frac{\zeta_n}{\alpha} t + c_{2n} \cos \frac{\zeta_n}{\alpha} t + \frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 - \zeta_n^2)} V \sin \omega t, \quad (27)$$

и из начальных условий найдем, что

$$c_{1n} = -\frac{\alpha \omega V}{2\zeta_n} \left(\frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 - \zeta_n^2)} + \frac{2}{\pi n} \right), c_{2n} = 0$$

и

$$z = \sum_{n \in N_2} \left(-\frac{\alpha \omega V}{2\zeta_n} \left(\frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 - \zeta_n^2)} + \frac{2}{\pi n} \right) \sin \frac{\zeta_n}{\alpha} t + \frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 - \zeta_n^2)} V \sin \omega t \right) \sin \frac{\pi n x}{l}.$$

Далее, опираясь на формулы (4) и (12), получим, что

$$u = \left(1 - \frac{x}{l} \right) V \sin \omega t + \sum_{n \in N_2} \left(-\frac{\alpha \omega V}{2\zeta_n} \left(\frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 - \zeta_n^2)} + \frac{2}{\pi n} \right) \sin \frac{\zeta_n}{\alpha} t + \frac{\alpha^2 \omega^2 - \gamma^2}{\pi n (\alpha^2 \omega^2 - \zeta_n^2)} V \sin \omega t \right) e^{-\frac{\beta}{\alpha^2} t} \sin \frac{\pi n x}{l} \quad (28)$$

Для резонансного случая $\alpha^2 \omega^2 = \zeta_n^2$ решение, определяемое по формуле (27), заменится на

$$T_n = c_{1n} \sin \omega t + c_{2n} \cos \omega t + t(A \sin \omega t + B \cos \omega t), \quad (29)$$

Константы из (29) также могут быть определены из начальных условий и получена формула для точного решения в виде ряда Фурье аналогичная (28).

Заключение

В работе рассмотрена начально-краевая задача для одномерного телеграфного уравнения с нетривиальным краевым условием. С помощью удачной замены

и метода разделения переменных удалось свести решение этой задачи к известной задаче о колебании одномерной ограниченной струны, что позволило пред-

ложить метод построения решения в виде ряда Фурье. Результаты работа могут найти применение при практическом расчете телеграфных линий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агошков В.И., Дубовский П. Б., Шутяев В. П. Методы решения задач математической физики. М.: Физматлит, 2002. — 320 с.
2. Шубин М. А. Лекции об уравнениях математической физики. М.: МЦНМО, 2003. — 303 с.
3. Олейник О. А. Лекции об уравнениях с частными производными / Олейник О. А. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 261 с. — ISBN978-5-00101-703-5.
4. Wiliam H. Hayt. Engineering Electromagnetics (англ.). — Fifth. — New York, NY: McGraw-Hill Education, 1989. — P. 382-392. — ISBN0070274061.
5. Matthew N. O. Sadiku. Elements of Electromagnetics (англ.). — First. — Orlando, Florida: Saunders College Publishing (англ.)рус. , 1989. — P. 497-505. — ISBN993013846.
6. Georges Metzger. Transmission Lines with Pulse Excitation (англ.). — First. — New York, NY: Academic Press, 1969. — P. 1-10.
7. Stanley V. Marshall. Electromagnetic Concepts & Applications (англ.). — Second. — New York, NY: Prentice-Hall, 1987. — P. 369-372. — ISBN0132490048.

© Горюнов Александр Владимирович (msgor@mail.ru), Костиков Юрий Александрович (jkostikov@mail.ru), Прокофьев Александр Иванович (prokofev812@gmail.com), Романенков Александр Михайлович (romanaleks@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский авиационный институт

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ПРОЦЕССАМИ В БЕЗОПАСНОМ ЯДРЕ

INTERACTION BETWEEN PROCESSES IN A SECURE KERNEL

D. Grigoryan

Summary. Most modern operating systems are implemented as monolithic cores. Monolithic kernels have many functions and include device drivers, and user-level programs live in separate virtual address spaces. Despite good performance, monolithic cores have poor fault tolerance: a single device driver that causes panic can disable the entire system. Worse, a vulnerability in any part of the monolithic core can lead to a complete takeover of the machine. Traditional operating systems have a monolithic structure, executing all kernel subsystems in a common address space, thereby achieving good performance due to isolation and security. Microkernels improved this design by dividing the operating system components into separate address spaces, but historically they have been prohibitively expensive due to the high cost of switching address spaces.

Keywords: operating system, operating system kernel, monolithic kernel, microkernel, hybrid kernel, interprocess communication performance, multicore processors.

Григорян Давид Арамович

Старший разработчик, Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана, г. Москва
david8lumen@gmail.com

Аннотация. Большинство современных операционных систем реализованы в виде монолитных ядер. Монолитные ядра имеют множество функций и включают в себя драйверы устройств, а программы пользовательского уровня живут в отдельных виртуальных адресных пространствах. Несмотря на хорошую производительность, монолитные ядра имеют плохую отказоустойчивость: один-единственный драйвер устройства, вызывающий панику, может вывести из строя всю систему. Хуже того, уязвимость в любой части монолитного ядра может привести к полному захвату машины. Традиционные операционные системы имеют монолитную структуру, выполняя все подсистемы ядра в общем адресном пространстве, благодаря чему достигается хорошая производительность за счет изоляции и безопасности. Микроядра улучшили эту конструкцию, разделив компоненты операционной системы на отдельные адресные пространства, но исторически они были чрезмерно дорогими из-за высокой стоимости переключения адресных пространств.

Ключевые слова: операционная система, ядро операционной системы, монолитное ядро, микроядро, гибридное ядро, производительность межпроцессного взаимодействия, многоядерные процессоры.

Любой, кто использует технологии с операционной системой, работает с ядром, хотя часто и не осознает этого. Ядро организует процессы и данные на каждом компьютере. Он служит ядром операционной системы и интерфейсом между программным и аппаратным обеспечением. Это означает, что ядро постоянно используется и является ключевым компонентом операционной системы.

Ядро не только служит ядром системы, но также является программой, управляющей всем доступом

к процессору и памяти. Он отвечает за наиболее важные драйверы и имеет прямой доступ к оборудованию. Это основа для взаимодействия между аппаратным и программным обеспечением и максимально эффективное управление их ресурсами.

Ядро является сердцем операционной системы и управляет всеми важными функциями оборудования — это касается Linux, macOS и Windows, смартфонов, серверов и виртуализаций, таких как KVM, а также компьютеров любого другого типа.

Ядро всегда строится одинаково и состоит из нескольких слоев.

Самый глубокий уровень — это интерфейс с оборудованием (процессоры, память и устройства), который управляет, например, сетевыми контроллерами и контроллерами PCI Express.

Кроме того, это управление памятью, которое влечет за собой распределение оперативной памяти, включая виртуальную основную память.

Затем идет управление процессами (планировщик), который отвечает за управление временем и делает возможной многозадачность.

Следующий уровень содержит управление устройствами.

Верхний уровень — это файловая система, где процессы назначаются оперативной памяти или жесткому диску.

Ядро занимает центральное место на всех уровнях, от системного оборудования до прикладного программного обеспечения. Его работа заканчивается там, где начинается доступ пользователя: в графическом пользовательском интерфейсе (GUI). Таким образом, ядро граничит с оболочкой (то есть пользовательским интерфейсом). [8]

Программа отправляет «системные вызовы» ядру, например, когда файл записывается. Ядро, хорошо разбирающееся в наборе инструкций ЦП, затем переводит системный вызов на машинный язык и перенаправляет его ЦП. Все это обычно происходит в фоновом режиме, незаметно для пользователя.

Основная задача ядра — многозадачность. Это требует не отставать от временных ограничений и оставаться открытым для других приложений и расширений. [10]

На каждое правило есть исключения в такой простой, хорошо функционирующей системе, как операционная система. Вот почему ядро служит только посредником, когда речь идет о системном программном обеспечении, библиотеках и прикладном программном обеспечении. В Linux графический интерфейс не зависит от ядра.

Когда компьютер включается, ядро загружается в оперативную память первым. Это происходит в защищенной области, загрузчике, так что ядро нельзя изменить или удалить. [9]

После этого ядро инициализирует подключенные устройства и запускает первые процессы. Загружаются системные службы, запускаются или останавливаются другие процессы, инициализируются пользовательские программы и выделение памяти.

На этот вопрос лучше всего ответить, ответив: чем не является ядро? Ядро — это не ядро процессора, это ядро операционной системы. Ядро также не является API или фреймворком.

Многоядерные операционные системы могут использовать различные ядра многоядерного процессора, как сеть независимых процессоров. Как это работает? Все сводится к особой структуре ядра, которое состоит из ряда различных компонентов:

Поскольку самый нижний уровень ядра ориентирован на машины, он может напрямую взаимодействовать с оборудованием, процессором и памятью. Функции ядра варьируются в зависимости от его пяти уровней, от управления процессором до управления устройствами. Верхний уровень не имеет доступа к машинам и вместо этого отвечает за взаимодействие с программным обеспечением. [11]

Прикладные программы работают отдельно от ядра операционной системы и просто используют его функции. Без ядра связь между программами и оборудованием была бы невозможна.

Несколько процессов могут работать одновременно благодаря многозадачности ядра. Но, как правило, ЦП может одновременно обрабатывать только одно действие — если только вы не используете многоядерную систему. О быстрой смене процессов, создающей впечатление многозадачности, заботится планировщик.

Из этих компонентов следуют четыре функции ядра: [7]

1. Управление памятью: регулирует, сколько памяти используется в разных местах.
2. Управление процессами: определяет, какие процессы ЦП может использовать, а также когда и как долго они используются.
3. Драйвер устройства: посредник между оборудованием и процессами.
4. Системные вызовы и безопасность: получает запросы на обслуживание от процессов.

При правильной реализации функции ядра невидимы для пользователей. Ядро работает в своей собственной настройке, в пространстве ядра. С другой стороны, файлы, программы, игры, браузеры и все, что

видит пользователь, находится в пользовательском пространстве. Взаимодействие между этими двумя использует интерфейс системного вызова (SCI).

Чтобы понять функцию ядра в операционной системе, представьте, что компьютер разделен на три уровня:

1. Аппаратное обеспечение: основа системы, состоящая из оперативной памяти, процессора и устройств ввода и вывода. Процессор выполняет операции чтения и записи, а также вычисления для памяти.
2. Ядро: ядро операционной системы, связанное с ЦП.
3. Пользовательские процессы: все запущенные процессы, которыми управляет ядро. Ядро делает возможным взаимодействие между процессами и серверами, также известное как межпроцессное взаимодействие (IPC).

В системе существует два режима кода: режим ядра и пользовательский режим. Код в режиме ядра имеет неограниченный доступ к оборудованию, тогда как в пользовательском режиме доступ ограничен SCI. Если есть ошибка в пользовательском режиме, ничего особенного не происходит. Ядро вмешивается и устранит любой потенциальный ущерб. С другой стороны, сбой ядра может привести к сбою всей системы. Однако это маловероятно из-за принятых мер безопасности.

Одним из ранее описанных типов ядра является многозадачное ядро, которое описывает несколько процессов, выполняющихся одновременно в одном ядре. Если к нему добавить управление доступом, то получится многопользовательская система, на которой одновременно могут работать несколько пользователей. Ядро отвечает за аутентификацию, так как оно может выделять или разделять вызываемые процессы.

Linux поддерживает полный архив своего ядра. Apple опубликовала типы ядер для всех своих операционных систем для открытого доступа. Microsoft также использует ядро Linux для подсистемы Windows для Linux.

Существуют различные типы ядер, которые используются в разных операционных системах и конечных устройствах. Их можно разделить на три группы: [12]

1. Монолитные ядра: Большое ядро для разных задач. Он отвечает за управление памятью и процессами, а также за связь между процессами и предлагает функции для поддержки драйверов и оборудования. Это ядро в таких операционных системах, как Linux, OS X и Windows.
2. Микроядро: микроядро намеренно маленькое, чтобы ошибки и сбои не влияли на всю операционную систему. Чтобы гарантировать, что оно

по-прежнему может выполнять те же функции, что и большое ядро, оно организовано в несколько модулей. Компонент Mach для OS X служит единственным достойным примером, так как до сих пор не существует операционных систем с микроядрами. [12]

3. Гибридное ядро: сочетание микроядра и монолита. Большое ядро более компактно и может быть разбито на модули. Дополнительные части ядра могут добавляться динамически. Они часто используются Linux и OS X.

Рассмотрим некоторые примеры различных ядер.

Микроядра — это ответ на монолитные ядра с лучшей безопасностью и изоляцией ошибок, достигаемый за счет переноса как можно большей части функциональных возможностей операционной системы из ядра. Эта модульность значительно повышает отказоустойчивость и безопасность, но достигается за счет дорогостоящих пересечений адресного пространства изолированных подсистем. Современные микроядра, такие как семейство L4, улучшили производительность межпроцессного взаимодействия (IPC) и широко применяются в производстве, но по-прежнему имеют значительные накладные расходы. Современное микроядро seL4 обеспечивает минимальные накладные расходы в 1260 циклов на процессоре x86 с тактовой частотой 3,4 ГГц [1], что по-прежнему недопустимо для современных рабочих нагрузок с интенсивным вводом-выводом, требующих миллионов переключений домена в секунду. С недавним появлением недорогих безопасных для памяти языков программирования теперь есть возможность улучшить производительность коммутаторов доменов, полагаясь на гарантии безопасности памяти, а не на механизмы аппаратной изоляции.

Rust Rust — это новый язык системного программирования с упором на безопасность памяти во время компиляции, достигаемую за счет системы структурных типов [3]. Это означает, что обычные указатели Rust имеют статически определенный срок жизни, что предотвращает целый набор ошибок памяти, таких как использование после освобождения, висячие указатели и двойное освобождение. Кроме того, в безопасном Rust (строгое подмножество языка) приведения указателей и разыменовывание необработанных указателей запрещены во время компиляции. Применяя гарантии безопасности Rust, можно статически гарантировать, что программа злоумышленника не будет манипулировать внешней памятью, устраняя необходимость в виртуальных адресных пространствах.

Redleaf RedLeaf [2] — новое микроядро, написанное с нуля на Rust. RedLeaf полагается на безопасность

памяти Rust, а не на аппаратные механизмы изоляции памяти. Программы организованы в домены, которые совместно используют одно адресное пространство, но в остальном изолированы. Эта конструкция устраняет дорогостоящие пересечения адресного пространства, от которых страдают микроядра, обеспечивая невероятную производительность междоменной связи без ущерба для безопасности или изоляции.

Изоляция Хотя Rust обеспечивает безопасность памяти для каждого домена, этого недостаточно для обеспечения полной изоляции во время междоменного взаимодействия. Когда домен впадает в панику, ядро выгружает его из памяти, чтобы освободить ресурсы. Если это происходит в середине междоменного вызова, гарантии безопасности памяти Rust нарушаются, так как любые внешние указатели на мертвый домен теперь болтаются. Для междоменной связи домены должны обмениваться указателями из одной общей кучи. RRef позволяет доменам создавать объекты общей кучи и обмениваться ими без копирования, сохраняя при этом безопасность перед лицом сбоя домена.

RedLeaf — это новая операционная система, основанная на безопасности языка программирования Rust, а не на аппаратных механизмах изоляции. RedLeaf запускает все подсистемы ядра операционной системы в одном и том же аппаратном адресном пространстве и вместо этого достигает изоляции за счет сочетания языковой безопасности и специальных примитивов связи. В результате накладные расходы на коммуникацию составляют порядка десятков циклов, что сравнимо с обычным вызовом функции. Однако даже в безопасном ядре междоменная связь требует тщательного выбора конструкции для обеспечения изоляции в случае сбоя доменов. В этой диссертации описываются эти варианты проектирования и вводятся соответствующие концепции общей кучи и удаленных ссылок (RRef), которые основаны на модели безопасности Rust для обеспечения обмена данными без копирования, что обеспечивает безопасность и изоляцию даже в случае сбоя подсистем.

Легкие многоядерные процессоры обеспечивают высокую производительность и масштабируемость за счет объединения в одном кристалле сотен маломощных ядер, архитектуры с распределенной памятью и сетей на кристалле (NoC). Операционные системы (ОС) для этих процессоров имеют распределенную структуру, в которой уровень связи позволяет ядрам обмениваться информацией и взаимодействовать. В настоящее время эта коммуникационная инфраструктура основана на почтовых ящиках, которые позволяют обмениваться сообщениями фиксированного размера с малой задержкой. Однако это решение неоптималь-

но, поскольку оно не может ни полностью использовать NoC, ни эффективно обрабатывать разнообразие протоколов связи ОС.

Легкие многоядерные процессоры были представлены для удовлетворения постоянно растущих требований к масштабируемости и низкому энергопотреблению параллельных приложений [1]. Для выполнения первого требования они полагаются на определенные архитектурные характеристики, такие как архитектура с распределенной памятью и многофункциональная сеть на кристалле (NoC) [2]. Кроме того, для повышения энергоэффективности они построены с простыми маломощными ядрами Multiple Instruction Multiple Data (MIMD) [3], они имеют систему памяти на основе Scratchpad Memories (SPM) без аппаратной поддержки когерентности и они используют неоднородность, используя ядра с разными возможностями [5]. Некоторыми успешными в отрасли примерами этих процессоров являются Kalray MPPA-256, Adapteva Epiphany и Sunway SW26010, причем последний используется в Sunway TaihuLight, который в настоящее время является четвертым по мощности суперкомпьютером в мире. по версии TOP500.

Операционные системы (ОС) для легковесных многоядерных процессоров используют распределенную структуру, чтобы справиться с большим количеством ядер и архитектурой с распределенной памятью. Этот подход позволяет масштабировать систему до тысяч ядер [4], предоставляя при этом более богатые абстракции и интерфейсы прикладного программирования (API) для программного обеспечения пользовательского уровня. В целом, подсистемы распределенной ОС для легкого многоядерного процессора (например, диспетчер памяти, диспетчер процессов и диспетчер файловой системы) развертываются на ядрах процессора и взаимодействуют друг с другом путем исключительного обмена данными через базовый NoC [3].

Коммуникационный уровень распределенной ОС для легковесных многоядерников напоминает упрощенную версию традиционной распределенной ОС для кластеров рабочих станций. Он управляет мультиплексированием канала связи, безопасностью, маршрутизацией, перегрузкой сети, адресацией сообщений, потоком управления, переупорядочиванием и пакетированием сети. В отличие от распределенных операционных систем, предназначенных для кластеров рабочих станций, она не обрабатывает ошибки связи, поскольку базовое соединение является надежным. Чтобы подсистемы могли взаимодействовать с малой задержкой и надежно, распределенные операционные системы для легковесных многоядерных систем полагаются на абстракцию почтового ящика [3]. Эта специализированная структура системного уровня предоставляет

примитивы отправки/получения и обеспечивает обмен данными фиксированного размера.

Хотя почтовые ящики обеспечивают обмен данными на системном уровне в легковесных многоядерных системах, они могут быть неэффективными. В целом, мы рассуждаем об этом ограничении, основываясь на двух наблюдениях. Во-первых, возможности NoC используются не полностью. Например, эти межсоединения часто имеют специальные аппаратные блоки для эффективной поддержки различных типов и степеней детализации связи, таких как передача малых/больших данных и сигналов синхронизации. Поскольку правильное использование каждого из этих аппаратных ресурсов зависит от семантики связи, а эта информация недоступна на уровне связи, возможности NoC используются не полностью. Во-вторых, существующее разнообразие коммуникационных протоколов в разных подсистемах требует множественных абстракций, иначе реализация протоколов будет неэффективной. Например, службам, которые управляют данными общего назначения (например, диспетчеру памяти и диспетчеру файловой системы), требуется поток управления, чтобы избежать того, чтобы один клиентский процесс занимал всю полосу пропускания службы. Напротив, подсистемы, которые манипулируют мелкозернистыми данными (например, диспетчер процессов), обычно не нуждаются в потоке управления, поскольку они обмениваются небольшими сообщениями фиксированного размера, поэтому поток управления обрабатывается неявно. Следовательно, если для реализации обоих протоколов используется одна и та же абстракция (т.е. почтовые ящики), в последнем излишние накладные расходы.

Выводы

Замена аппаратных методов изоляции языковой безопасностью позволяет значительно повысить про-

изводительность без ущерба для гибкости междоменного взаимодействия. Поддержка Rust для разработки типов интеллектуальных указателей позволяет удаленным ссылкам вести себя как обычные указатели с дополнительным преимуществом изоляции. Использование RedLeaf IDL для генерации связующего кода в прокси-серверах делает этот подход масштабируемым для обеспечения изоляции. Rust позволяет начать новую волну разработки микроядра, которая может обеспечить мелкозернистую изоляцию без накладных расходов на аппаратное обеспечение.

Легкие многоядерные процессоры достигают высокой производительности и энергоэффективности благодаря выбранному набору архитектурных особенностей, таких как большое количество маломощных ядер, архитектура с распределенной памятью и богатые No C. И наоборот, для решения такой аппаратной задачи операционные системы для этого нового класса процессоров используют распределенную структуру для достижения масштабируемости, предоставляя при этом более богатые абстракции и API-интерфейсы программному обеспечению пользовательского уровня. При таком подходе подсистемы ОС учитываются в наборе служб, которые: развертываются на ядрах процессора; и для совместной работы друг с другом для реализации функциональных возможностей системы.

Чтобы эффективно использовать эту распределенную структуру, ОС имеет коммуникационный уровень, который предоставляет коммуникационные примитивы поверх базового No C. С этой целью современные распределенные операционные системы для облегченных многоядерных процессоров инкапсулируют эти примитивы в структуру почтового ящика: абстракцию, позволяющую передавать сообщения фиксированного размера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Городничев М.Г. Методы проектирования и разработки клиент серверных приложений. Технологии информационного общества Международная отраслевая научно-техническая конференция: сборник трудов. 2017. С. 439–440.
2. Городничев М.Г., Кочупалов А.Е. Исследование методов межпроцессного взаимодействия в информационной системе с горизонтальным взаимодействием // Вестник Евразийской науки, 2018 № 4, <https://esj.today/PDF/48ITVN418.pdf> (доступ свободный)
3. Доклад о развитии цифровой (интернет) торговли ЕАЭС // ЕЭК URL: https://docs.eaeunion.org/pd/ru-ru/0123644/pd_06032019_doc.pdf (дата обращения: 12.02.2022).
4. Операционная система «РЕД ОС» Руководство пользователя URL: https://www.red-soft.ru/files/downloads/products/redos/redos_user_manual_7_3.pdf (дата обращения: 12.02.2022).
5. Операционная система QNX4 // Системная архитектура URL: https://www.kpda.ru/upload/docs/Sys_arch_QNX4.pdf (дата обращения: 12.02.2022).
6. Текущее развитие проектов в сфере цифровой экономики в Регионах России // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации ЕЭК URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/23243.pdf> (дата обращения: 12.02.2022).
7. Чичев А.А. Операционные системы. Часть 1. Работа с операционной системой. Учебно-методическое пособие. / Чичев А.А., Чекал Е.Г. — Ульяновск: УлГУ, 2015. — с.

8. Anjo Vahldiek-Oberwagner, Eslam Elnikety, Deepak Garg, and Peter Druschel. Erim: Secure and efficient in-process isolation with memory protection keys. arXiv preprint arXiv:1801.06822, 2018.
9. Dmitry Duplyakin, Robert Ricci, Aleksander Maricq, Gary Wong, Jonathon Duerig, Eric Eide, Leigh Stoller, Mike Hibler, David Johnson, Kirk Webb, Aditya Akella, Kuangching Wang, Glenn Ricart, Larry Landweber, Chip Elliott, Michael Zink, Emmanuel Cecchet, Snigdhaswin Kar, and Prabodh Mishra. The design and operation of CloudLab. In Proceedings of the USENIX Annual Technical Conference (ATC), pages 1–14, July 2019.
10. Moritz Lipp, Michael Schwarz, Daniel Gruss, Thomas Prescher, Werner Haas, Anders Fogh, Jann Horn, Stefan Mangard, Paul Kocher, Daniel Genkin, Yuval Yarom, and Mike Hamburg. Meltdown: reading kernel memory from user space. In 27th USENIX Security Symposium (USENIX Security 18), pages 973–990, 2018.
11. Pedro Henrique Penna, João Vicente Souto, João Fellipe Uller, Márcio Castro, Henrique Freitas, et al. Inter-Kernel Communication Facility of a Distributed Operating System for NoC-Based Lightweight Manycores. Journal of Parallel and Distributed Computing, Elsevier, 2021, 154, pp.1–15.
12. Zeyu Mi, Dingji Li, Zihan Yang, Xinran Wang, Haibo Chen. 2019. SkyBridge: Fast and Secure Inter-Process Communication for Microkernels. In Fourteenth EuroSys Conference 2019 (EuroSys '19), March 25–28, 2019, Dresden, Germany. ACM, New York, NY, USA, 15 pages.

© Григорян Давид Арамович (david8lumen@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОТОЛОЧНОЙ ЛЮСТРЫ СРЕДСТВАМИ 3DМАХ

MODELING OF A CEILING LAMP WITH 3DMAX

**A. Ivashchenko
D. Vavanov**

Summary. This article describes the process of modeling a ceiling lamp in 3dMAX. From a variety of creation options, a method was chosen that uses various work techniques — with the help of splines, blanks are created for further creation of spatial objects by extrusion, primitives are used at the level of three-dimensional geometry for modification and further combination, and lighting effects are modeled at the material level. The modeling process is accompanied by a step-by-step algorithm for solving the problem.

Keywords: 3D graphics, modeling, 3dMAX, interior design, lighting, spline modeling, material simulation.

Иващенко Андрей Викторович

Доцент, Московский государственный
строительный университет
ivashchenko_a@inbox.ru

Ваванов Дмитрий Алексеевич

Преподаватель, Московский государственный
строительный университет
kohinor51@yandex.ru

Аннотация. В данной статье описан процесс моделирования в 3dMAX потолочного светильника. Из множества вариантов создания выбран способ, в котором применяется различные техники работы — с помощью сплайнов создаются заготовки для дальнейшего создание пространственных объектов методом вытягивания, на уровне трехмерной геометрии используются примитивы для модификации и дальнейшего комбинирования, и на уровне материалов моделируются световые эффекты. Процесс моделирования сопровождается пошаговым алгоритмом решения задачи.

Ключевые слова: трехмерная графика, моделирование, 3dMAX, дизайн интерьера, светильник, моделирование сплайнами, имитация материала.

Программный комплекс 3dMAX позволяет проектировать не только интерьеры, но также и различные объекты дизайна, и в этом отношении полезен для освоения студентами инженерных и дизайнерских специальностей.

В настоящей статье разобрана технология проектирования потолочной люстры.

Работу можно разделить на следующие независимые блоки:

1. проектирование геометрии люстры;
2. проектирование материалов и назначение их элементам люстры;
3. определение проекции (перспективной или параллельной), посредством которой следует представить наиболее выигрышный вид спроектированного объекта.

Проектируемый объект-люстру можно представить из следующих составных частей:

- ◆ лампа (состоящая из колбы и цоколя с винтовой нарезкой);
- ◆ плафон светильника;
- ◆ патрон;
- ◆ соединительная трубка;
- ◆ центральная часть, крепящаяся к потолку.

За исключение последней части все эти элементы можно симметрично размножить относительно центральной точки. В данном примере для определенности будем проектировать пятиплафонную люстру.

Кроме этого, необходимо создать псевдообъект света, чтобы представить люстру во включенном состоянии.

Проектировать начнем с плафона, как наиболее значимой для люстры детали.

Плафон представляет собой трехмерный объект, который можно представить как оболочку половины вытянутого эллипсоида вращения. Можно его получить разными способами, но проще всего выполнить следующую последовательность: Вначале начертить сплайн из трех вершин, представляющий собой четверть эллипса (необходимо проконтролировать, чтобы все вершины имели тип «Bezier» или «Bezier Corner» для того, чтобы можно было оперативно управлять степенью кривизны сплайна и легко приблизить его к нужной форме).

После этого необходимо придать сплайну толщину, поскольку в противном случае не будет возможности управлять толщиной стекла плафона, и изображение

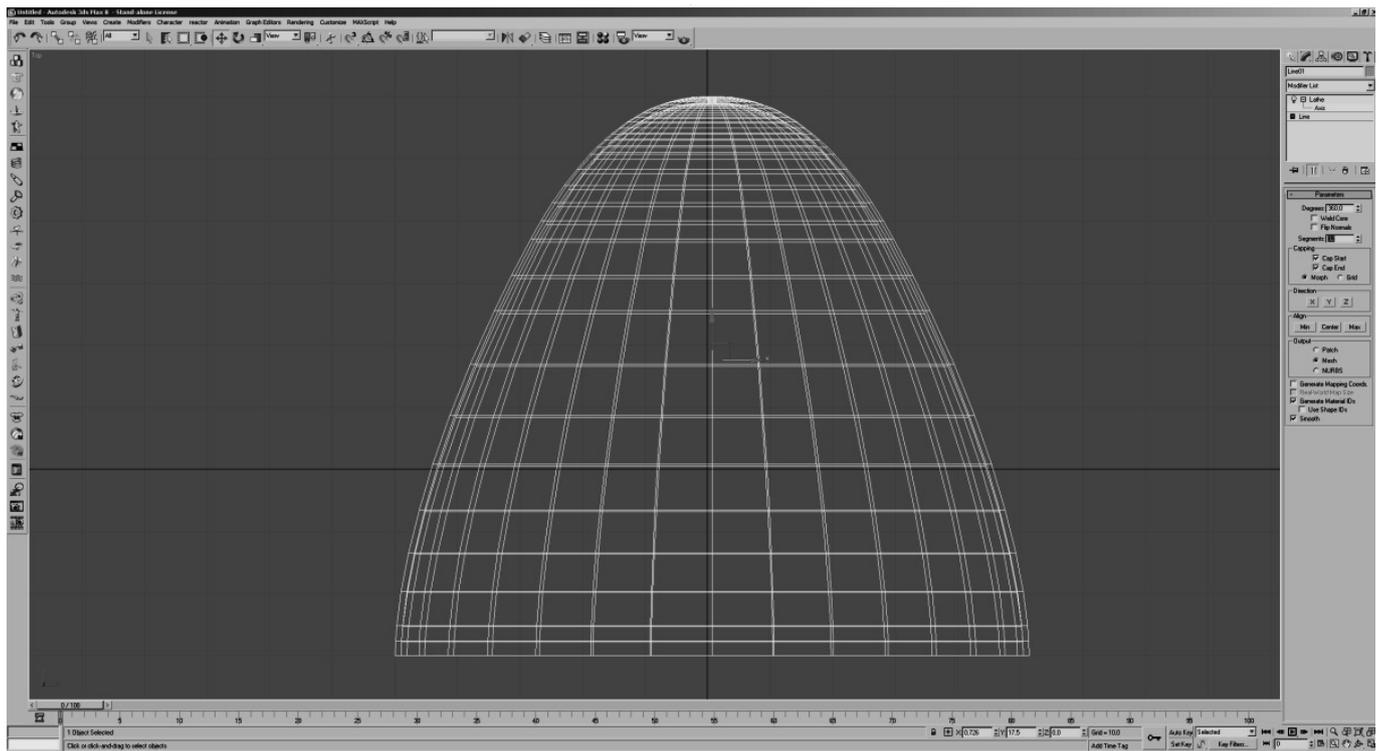


Рис. 1

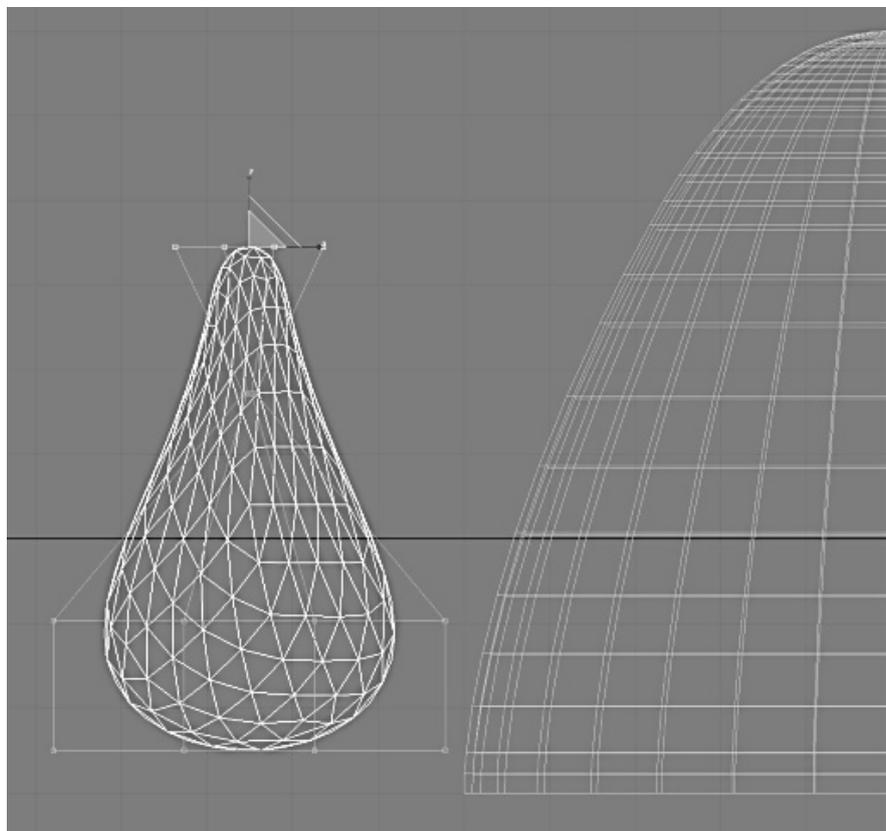


Рис. 2

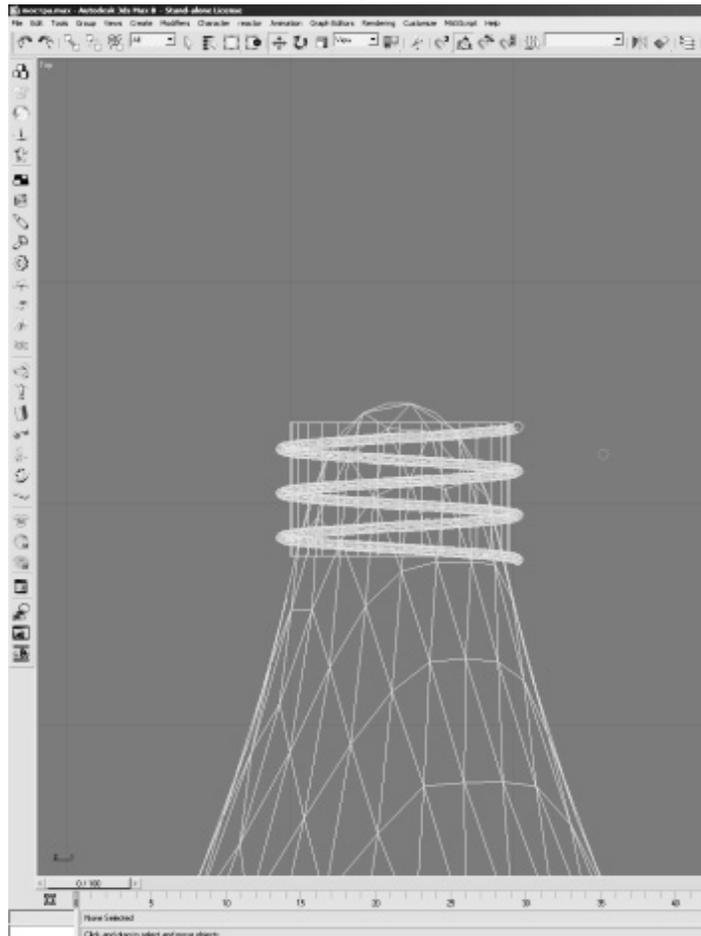


Рис. 3

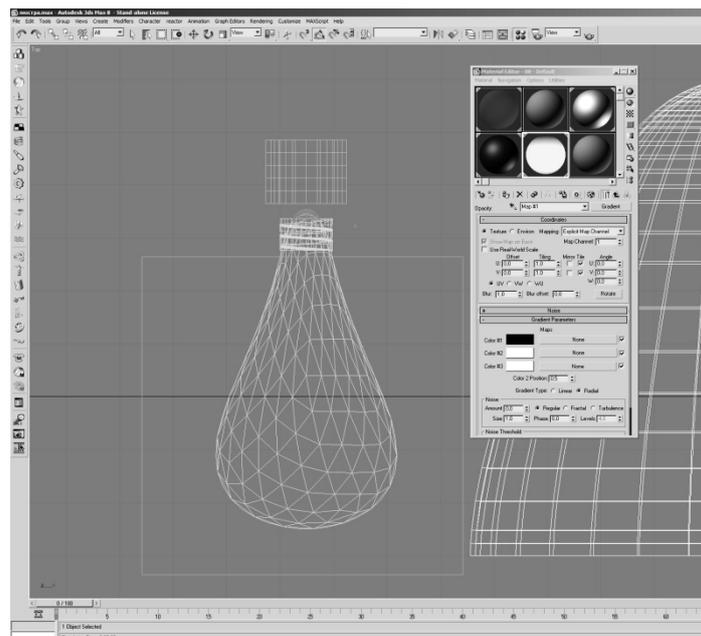


Рис. 4

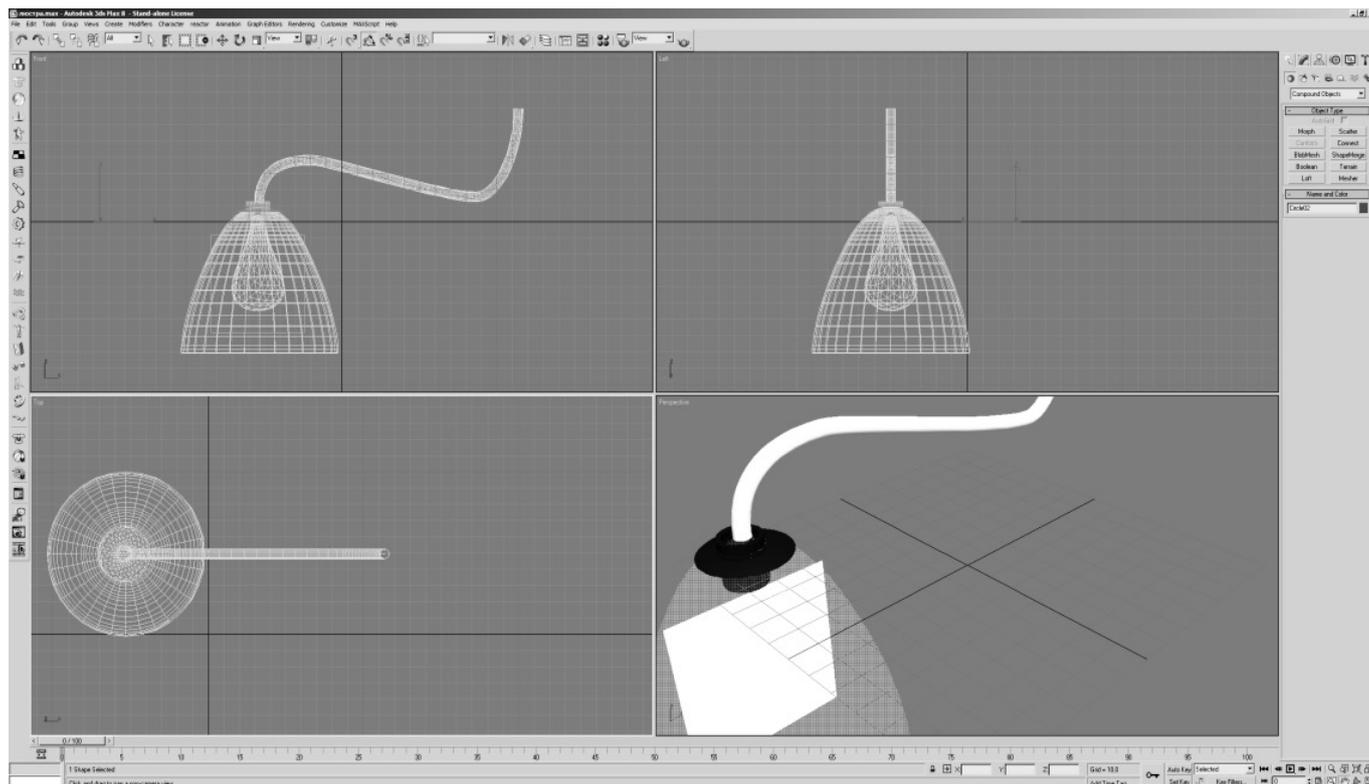


Рис. 5

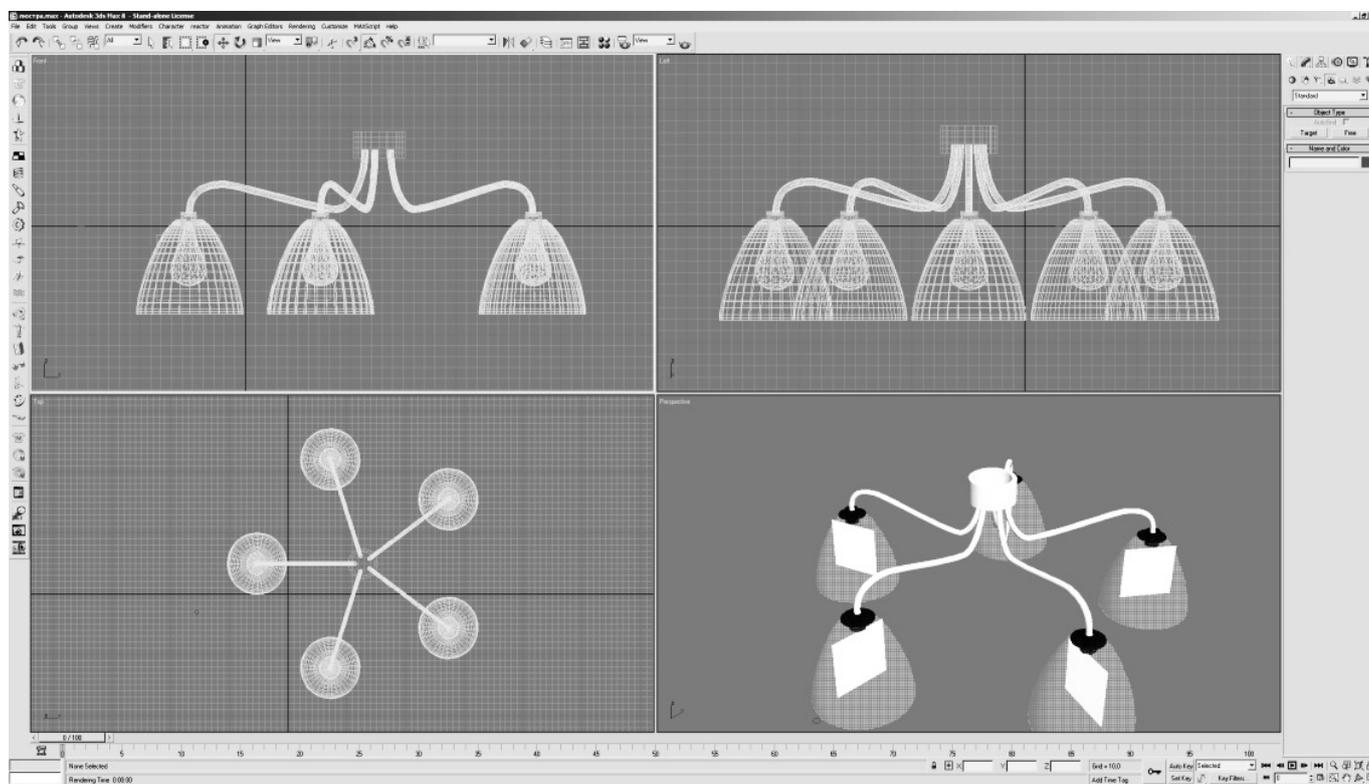


Рис. 6



Рис. 7

люстры частично потеряет реалистичность. Для этого нужно перейти во вкладку Modify правой инструментальной панели, при выделенном только что построенном сплайне, затем выбрать режим Spline, на выпадающем меню Geometry найти пункт Outline, и установить в нем подходящий параметр толщины.

Затем можно приступить к формированию тела вращения. Для этого необходимо в списке модификаторов выбрать и установить Lathe с соответствующими параметрами направления оси вращения (нужно выбрать ось Y), угла заполнения (360), и количество сегментов (чем больше значение, тем плавнее будет полученное тело вращения, можно ограничиться 48). Кроме этого, необходимо скорректировать положение оси вращения (подправить параметр Axis в стеке модификаторов), чтобы, с одной стороны, тело вращения было без самопересечений, и, с другой стороны, чтобы не образовалась «дыра» в месте, куда надо будет установить потом патрон (см. рис. 1).

Следующий объект — это лампа, которую тоже можно выполнить таким же способом, которым проектировали плафон, но мы, для разнообразия, разберем другой вариант. Вначале построим сферу подходящего радиуса (трехмерный примитив Geosphere), к которому затем применим модификатор FFD4x4x4, позволяющий вытягивать и сплющивать определенные участки трехмерного объекта (см. рис. 2).

После этого нужно оформить цоколь на лампе. Для этого воспользуемся примитивом Cylinder подходяще-

го радиуса (примем 5) и высоты (примем 6). Позиционируем его таким образом, чтобы верхняя часть этого цилиндра была ниже на 1/10 от его высоты от вершины колбы лампы, при этом горизонтальная проекция этого цилиндра была отцентрирована по центру горизонтальной проекции колбы. Если потребуются изобразить нарезку спирали, то необходимо вначале создать специальный трехмерный сплайн Helix высотой и радиусом примерно равными высоте и радиусу только что созданного цилиндра, и с тремя-четырьмя оборотами. Затем на его основе создать Loft-объект, выбрав этот сплайн в качестве Path-объекта, а в качестве Shape-объекта необходимо предварительно создать окружность подходящего радиуса (примем 0.2). Далее воспользуемся операцией логического вычитания, вычтя из цилиндра Loft-объект (см. рис. 3).

Для более полного соответствия с реальностью можно сделать контакт на лампе с помощью примитива Sphere с установленным подходящим параметром Hemisphere, а также патрон для лампы из примитива Tube.

Все ранее сделанное создавалось за счет геометрии. Однако, есть некоторые объекты, у которых основным будет не геометрия, а свойства материала. Это относится к свету, которым будет светить лампа. За основу возьмем примитив Box, которому назначим специальный материал с градиентной картой прозрачности, и применим к нему модификатор UVW Mapping, который позволит свести на «нет» цвет и плотность мате-

риала на периферии. Для этого применим радиальную градиентную карту (см. рис. 4).

Соединительная трубка создается как Loft-объект на основе специального сплайна, который будет являться Path-объектом. В качестве Share-объекта воспользуемся окружностью. Произведем визуальную сборку одного фрагмента полной люстры, т.е. созданные элементы, за исключением соединительной трубки, поместим внутрь плафона (см. рис. 5).

На следующем этапе необходимо создать 5 идентичных копий фрагментов, воспользовавшись инструментом круговой массив. Но прежде этого нужно объединить элементы фрагментов в группу, и отрегулировать положение точки приложения модификаторов (Pivot Point) таким образом, чтобы она находилась ближе к периферии цилиндра подвесного блока.

После этого можно применить размножение по круговому массиву, установив 5 элементов, и угол между соседними фрагментами массива равный 72 градусов (что соответствует одной пятой полного угла) (см. рис. 6).

Затем выбираем способ визуализации изображения, наиболее подходящий для данной задачи (см. рис. 7).

ВЫВОДЫ

Использование графического пакета 3D MAX открывает широкие возможности для архитекторов и дизайнеров, в визуализации пространственных геометрических объектов, таких как элементы интерьера, и позволяет изменять точку зрения и параметры освещения. Компьютерное моделирование избавляет проектировщика от рутинных технических задач, и позволяет сосредоточиться на творчестве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ольга Миловская. 3ds Max 2018 и 2019. Дизайн интерьеров и архитектуры. СПб: Изд-во «Питер». 2018. 416 С.
2. Ваванов Д.А., Степура А.В. Моделирование поверхности лист Мебиуса. / «Информатика, вычислительная техника и управление». 2021. № 12. С. 73–76. Электронное сетевое издание. <http://www.ivtio.sfedu.ru/>
3. Ваванов Д.А., Иващенко А.В. Построение компьютерной модели водонапорной башни В.Г. Шухова. / «Инновации и инвестиции». М. 2021. № 3. С. 286–289.
4. Ваванов Д.А. Моделирование купольной части архитектурного объекта в 3D MAX. / Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки» 2021. № 2. С. 30–34.
5. Еремеева А.П., Наумянов Д.Э., Крылова О.В., Царева М.В. Архитектура сквозь призму геометрии. В сборнике: Дни студенческой науки. М: изд. НИУ МГСУ. 2019. С. 772–774.

АНАЛИЗ МИКРОСЕРВИСНЫХ АРХИТЕКТУР И МОДЕЛЕЙ

ANALYSIS OF MICROSERVICE ARCHITECTURES AND MODELS

I. Irbitskiy
A. Romanenkov
K. Stulnikov
N. Udalov

Summary. Microservice architecture has been mentioned since the beginning of the 21st century, but it has reached the peak of popularity only in our days. In modern product management, even stable, long-established projects are transferred to this architecture, and in new projects, they necessarily consider it as the basis for building, discarding options for a monolithic system, under the influence of new trends in the IT world. So why have microservices become widespread only now? Technological progress has made available key technologies, the absence of which greatly hindered the development and support of this architecture. In particular, CI/CD technologies and the evolution of the positions of developers and system administrators in the labor market in DevOps-engineers who replace a number of specialists. Also, a significant role in the popularity of microservices was played by the strong growth of Internet users and the degeneration of window applications. Now and in the future, microservices will remain in demand due to the already large number of projects based on this architecture.

Keywords: microservice, architecture, development, server, high-load software, queues.

Ирбитский Илья Сергеевич

Аспирант, Московский авиационный институт
 (национальный исследовательский университет)
 scarletsurge.u@gmail.com

Романенков Александр Михайлович

К.т.н., доцент, Московский авиационный институт
 (национальный исследовательский университет);
 С.н.с., ФИЦ ИУ РАН
 romanaleks@gmail.com

Стульников Кирилл Тимурович

Московский авиационный институт
 (национальный исследовательский университет)
 frostik0409@gmail.com

Удалов Никита Николаевич

Московский авиационный институт
 (национальный исследовательский университет)
 nnudalov@gmail.com

Аннотация. Микросервисная архитектура упоминается с начала 21 века, однако достигла пика популярности только в наши дни. В современном продакт менеджменте даже стабильные, давно внедрённые проекты переводят на данную архитектуру, а в новых проектах, обязательно, рассматривают её как основу построения, отбрасывая варианты монолитной системы, под влиянием новых тенденций в мире IT. Так почему микросервисы получили распространение только сейчас? Технологический прогресс сделал доступными ключевые технологии, отсутствие которых сильно затрудняло разработку и поддержку данной архитектуры. В частности, технологии CI/CD и эволюция позиций разработчиков и системных администраторов на рынке труда в DevOps-инженеров, которые заменяют целый ряд специалистов. Также немалую роль в популярности микросервисов сыграл сильный рост пользователей сети Интернет и вырождение оконных приложений. Сейчас и в будущем микросервисы будут оставаться востребованными ввиду уже большого количества проектов, основанных на данной архитектуре.

Ключевые слова: микросервис, архитектура, разработка, сервер, высоконагруженное программное обеспечение, очереди.

Введение

С популяризацией Интернета многократно выросла нагрузка на всевозможные веб приложения. Многие компании, чьи продукты не были готовы к возрастающему трафику в долгосрочной перспективе, производят различные манипуляции для горизонтального расширения функциональности, зачастую весьма неудачные, но достаточные для решения проблемы. Такие расширения по большей части являются дорогостоящими как в плане оборудования,

так и в плане рабочей силы. Однако это не означает, что решения монолитных систем являются плохими и не масштабируемыми. Из-за огромного количества программного обеспечения, которое адаптировалось под возрастающий трафик, у IT-сообщества накопилось много опыта по упрощению и удешевлению этого процесса. Монолитным системам тяжелее придерживаться принципа отказоустойчивости ввиду того, что критическая ошибка в любом месте монолита может привести, в лучшем случае, к его перезапуску, а в худшем — к полному отключению всей системы.

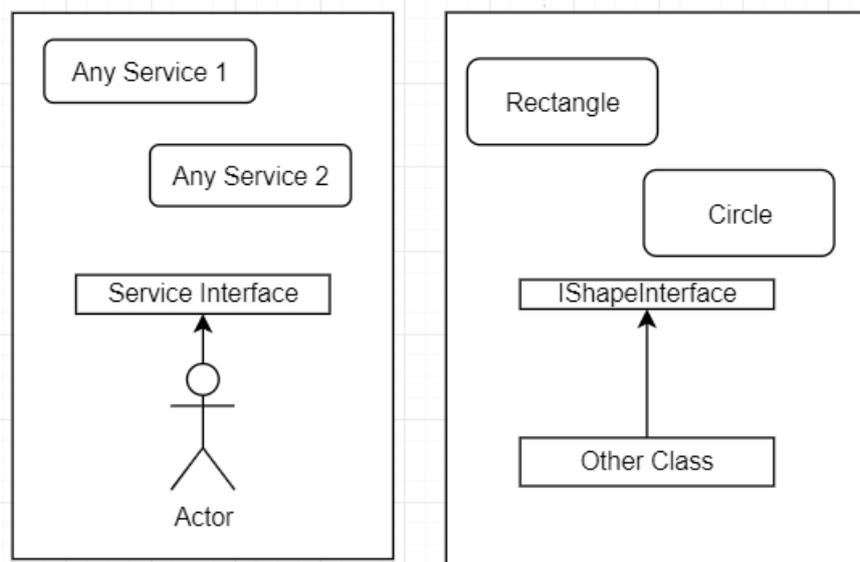


Рис. 1. Аналогия абстракции ООП и микросервисов

Альтернативным решением являются микросервисы — обособленные, маленькие, необязательно самостоятельные, но отказоустойчивые сервисы, рассчитанные под выполнение одной конкретной логической задачи. Микросервисы обладают одним весомым недостатком, из-за которого необходимо очень внимательно подходить к построению систем, основанных на микросервисах. О том, как правильно организовать такие системы и их масштабирование, мы рассмотрим дальше в этой статье.

Обзор микросервисной архитектуры

Микросервисная архитектура [1] прекрасно вписалась в современное программирование за счет предоставления определенного уровня абстракции, который упрощает разработку таких систем. В данном случае можно провести аналогию с объектно-ориентированным программированием (ООП) [2]. Как и в ООП, чем лучше определены зоны действия классов, тем сильнее повышается читаемость и дальнейшее вертикальное расширение функционала системы, ее гибкость к изменениям, так и в микросервисах, необходимо определить зоны ответственности каждого звена системы. Классы ООП в идеальной системе — это совершенно маленькие звенья, выполняющие элементарную функциональность, которую сейчас принято прятать за абстракцией в виде интерфейсов. Такие программы намного проще тестировать, что сокращает расходы на тестировщиков, само тестирование становится автоматизированным и применяется ко всем реализациям одной и той же абстракции. Микросервисы, в свою очередь, также предоставляют из себя интерфейсы, скры-

вающие реализацию, только уже для одной конкретной логической задачи. На рисунке 1 можно увидеть аналогию работы абстракции, что позволяет сделать любую реализацию заменяемой. Очевидным является факт легкой автоматизации тестирования микросервисов.

Если углубиться в тестирование, то фактически абстракции ООП достаточно для того, чтобы автоматизировать тестирование любой монолитной системы. Но естественным замечанием является то, что идеальных систем не существует и со временем логическое понимание задач классов может расплываться от разработчика к разработчику, а так же с появлением новых технологий, эта тенденция сильнее проявляется при текучке кадров и повышении количества самих классов, это влечет за собой необходимость тестирования, вплоть до всего функционала системы при даже небольшом нововведении, что негативно сказывается на времени выполнения тестов и их логического усложнения. В контексте микросервисов, данная архитектура позволяет нам строго ограничить логическую задачу и обеспечить атомарность тестирования.

Одним из наиболее важных преимуществ микросервисной архитектуры является возможность использовать концепцию независимых, постоянных изменений. Это позволяет бизнесу использовать последнюю версию реализации, что позволяет улучшить пользовательский опыт, так как быстрые откаты и “горячие” изменения (hotfix) автоматически разворачиваются и запускаются в максимально короткие сроки. Эта модульность позволяет одним частям системы функционировать при отсутствии неопределенного количества

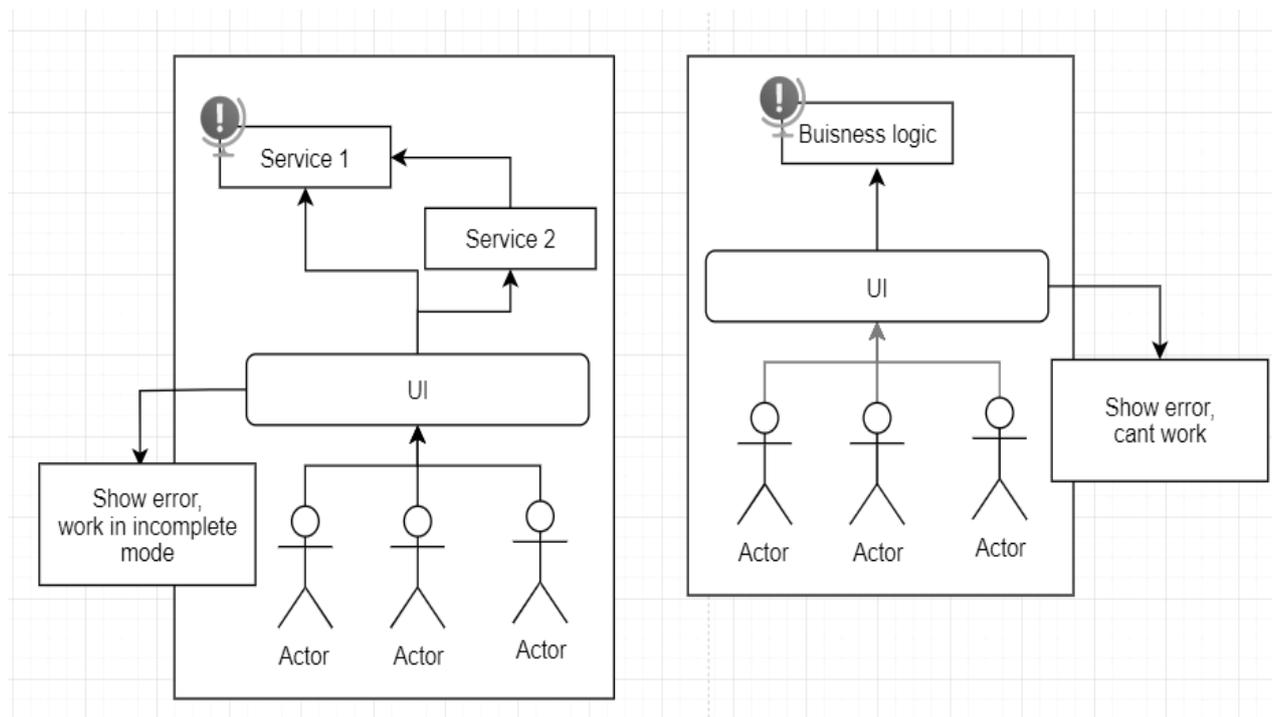


Рис. 2. Разница обработки ошибок в микросервисной архитектуре и монолитной системе

других частей системы, возможно, в режиме ограниченных возможностей, однако выполняя основные функции. Монолитные же системы, при возникновении критической ошибки, нуждаются в полном перезапуске, что влечет немалые временные потери, но что более важно, могут потеряться все данные пользователя или могут не выполняться важные операции [3]. Конечно, все эти проблемы решаются и в рамках монолитных систем, однако необходимое количество для этого ресурсов несоразмерно с таким же функционалом в микросервисной архитектуре.

Каналы связи микросервисов

Обычно внутри монолитной системы каналом связи [4], по факту, выступает одно адресное пространство оперативной памяти и постоянное хранилище. Это однозначно самые быстрые и стабильные каналы связи. Микросервисы в свою очередь независимы и не имеют такой привилегии, что и является их основным недостатком. Любой канал связи микросервисов не сравнится по скорости с монолитной системой, поэтому очень важно не допускать перегрузки эти каналов. Основным способ разгрузки сразу заложен в концепт изолированности микросервисов, поэтому правильным решением является выделение личной базы данных для каждого микросервиса, в которой он хранит только необходимые для своей работы данные. Неправильная загрузка каналов связи может привести к очень долгим ответам

и, следовательно, полному нивелированию остальных преимуществ архитектуры, так как скорость работы системы является ключевым фактором удержания пользователей.

REST API

Наиболее гибким и популярным каналом связи является REST API [5]. Посредством протокола HTTPS [6] можно обеспечить передачу любых данных, как через Интернет, так и в локальной среде. REST API является легко документированным, а с помощью проксирования запросов можно заменять конечные микросервисы, для обработки запросов разными экземплярами микросервиса, что также используется для горизонтального расширения, распределения нагрузки или выбора оптимального по репозиции сервера (Рисунок 4), для сокращения задержки ответа. Главными минусами является сложность обеспечения гарантии выполнения запроса, настройка безопасного подключения и обеспечение транзакционности запросов.

Брокер сообщений

Брокеры сообщений [7] предоставляют более гибкий распределительный инструментарий для оперирования сообщениями в цепи системы. Представляет широкий спектр средств горизонтального масштабирования, так как микросервисы выступают конкурент-

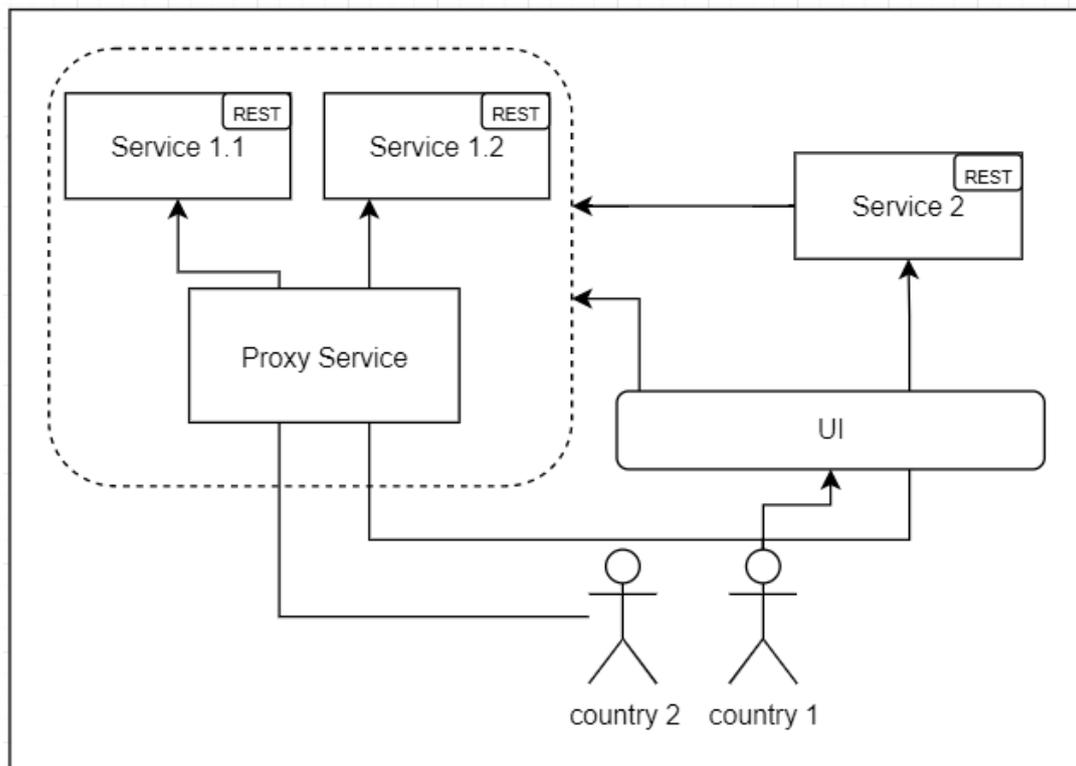


Рис. 3. Организация связи посредством REST API

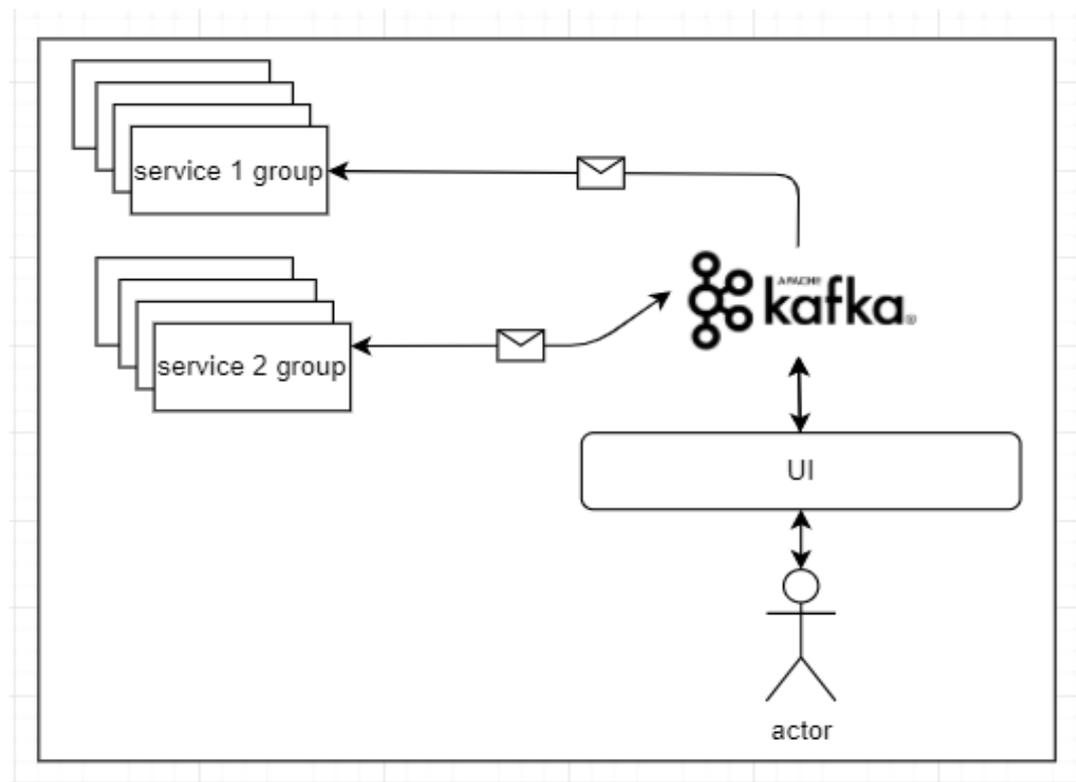


Рис. 4. Обеспечение связи с помощью брокера сообщений

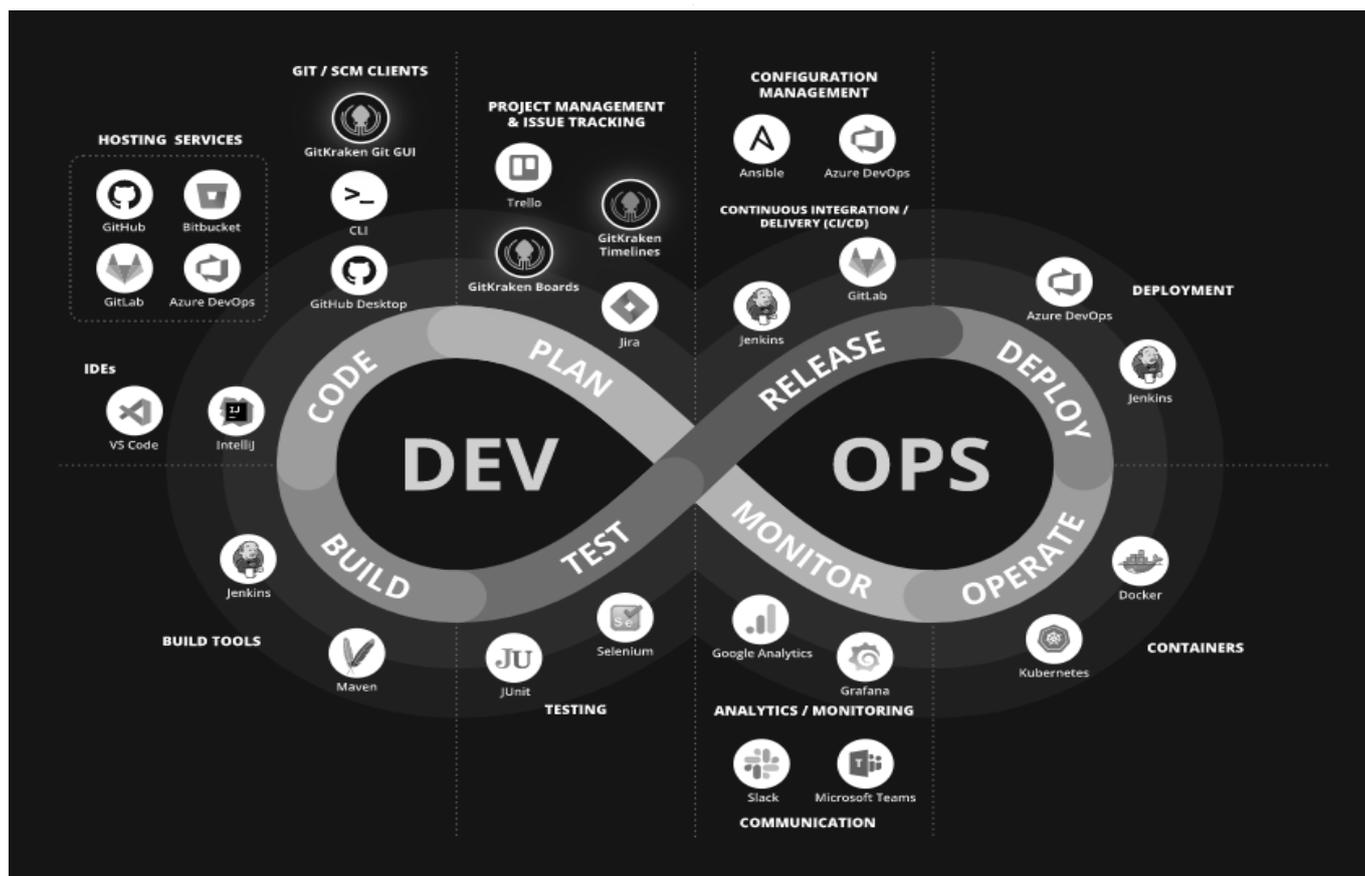


Рис. 5. Continuous Integration технологии

ными слушателями сообщений. Для относительно простых систем применяется RabbitMQ, а для самых сложных бизнес-решений применяется, довольно ресурсоемкая Apache Kafka.

В отличие от REST API, для развертывания очередей необходимы дополнительные мощности, в частности сам брокер-сервер. Однако довольно просто гарантировать выполнение операции или обеспечение транзакционности, все сообщения хранятся в брокер сервере и не потеряются в ходе отключения узлов. Однако увеличивается задержка между сообщениями из-за дополнительного узла, который проходит сообщение прежде, чем достигнет конечной точки. Еще одним недостатком очередей является невозможность подключения к микросервису без дополнительного функционала подключения к очереди. Также могут возникнуть трудности с возвращением результата пользователю, одно из возможных решений — создание обратной очереди.

Web-сокеты

Web-сокеты [8] позволяют организовать двустороннюю связь с микросервисом. Это может быть полезно,

если ведётся работа с агрегирующим микросервисом, где данные подвержены частому изменению. С помощью этой технологии можно добиться обновлений в режиме реального времени. Данный канал связи больше подходит для обеспечения интерфейсной части системы самыми свежими данными. Конкурентом данной технологии является подход long polling (периодический “пинг” сервиса одним и тем же запросом).

Развёртывание микросервисных систем.

Долгое время микросервисные системы не пользовались популярностью ввиду сложности развертывания всей системы целиком и ее тестирования; часто для разработки приходилось разворачивать полную локальную копию всех микросервисов; разработку в таких условиях можно считать тяжелой и непроизводительной. С появлением и развитием технологий Continuous Integration (CI) [9], микросервисная архитектура получила свою популярность, так как её основные недостатки были устранены.

Существование микросервисной архитектуры подразумевает внедрение технологий CI в проект, а также

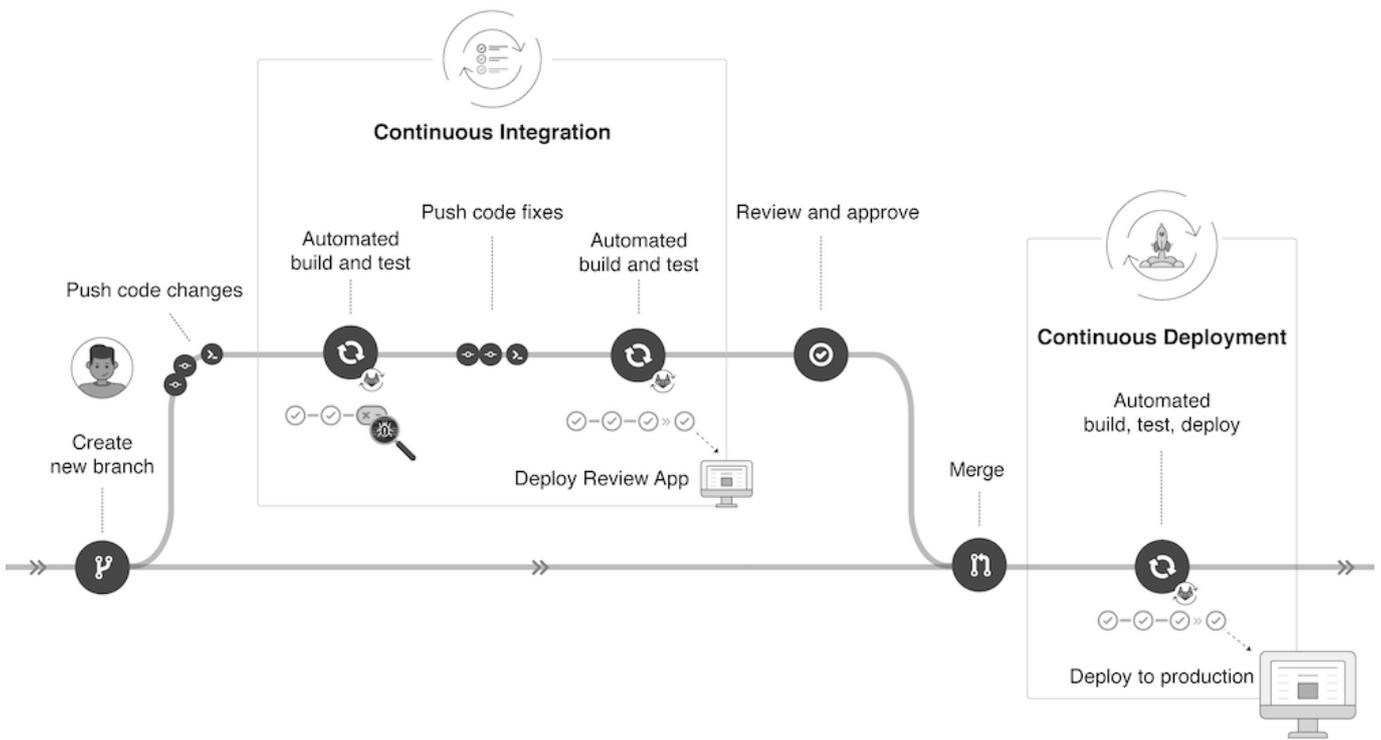


Рис. 6. Gitlab CI/CD

позволяет сократить штат разработчиков и сделать бизнес-процесс проекта максимально гибким.

Стоит обратить внимание на определенные аспекты operations.

Release and Deploy

Как упоминалось выше, серьезный недостаток микросервисов — это тестирование всей системы целиком и развертывание, и обновление. Обычно это выглядит следующим образом. После того, как один из узлов уже подготовлен к выпуску, он передается ответственным за развертывание на сервере специалистам. Данные специалисты получают исходный код сервиса, собирают его, подготавливают сервер к развертыванию данного узла. Это занимает много времени и в основном требует отдельного специалиста. Технологии CI/CD решили эту проблему, предоставив функциональные скрипты, которые автоматизируют весь процесс. Фактически единственное, что для необходимо сделать, это запустить сервер или runner и подготовить сам скрипт. Внедрив CI/CD в проект, после того как программист сливает свои изменения в основную ветку, специальные слушатели оповещают runner и он выполняет автоматическую сборку, тестирование и развертывает микросервис на определенном сервере или делегирует процесс развертывания определенному программно-

му обеспечению. Это позволяет отказаться от обычных моделей управления проектами, например от запланированных дат релизов. Изменения могут поступать постоянно без вмешательства человека.

Operate

Развёртывание микросервисов и оперирование ими тоже можно переложить на определенные технологии. Сервер тоже необходимо подготавливать к развёртыванию программного обеспечения. Также обычно на одной серверной машине, обычно, работают несколько различных программ и зачастую может выйти так что, для разных программ могут требоваться разные версии одного и того же вспомогательного программного обеспечения, что будет приводить к конфликтам и применять какие-либо решения. Микросервисы должны быть изолированы, как логически, так и программно. Изолировать модуль можно с помощью инструментов контейнеризации. Это позволяет избавиться от необходимости подготавливать сервер под каждую программу, избежать проблем с неподходящими зависимостями, упростить сетевую организацию, а также настроить легкое горизонтальное расширение с помощью балансировки нагрузки управления контейнеризированными приложениями. Это делает возможным использование нескольких стенов систем для упрощения разработки, устранение необходимости локального развёртывания

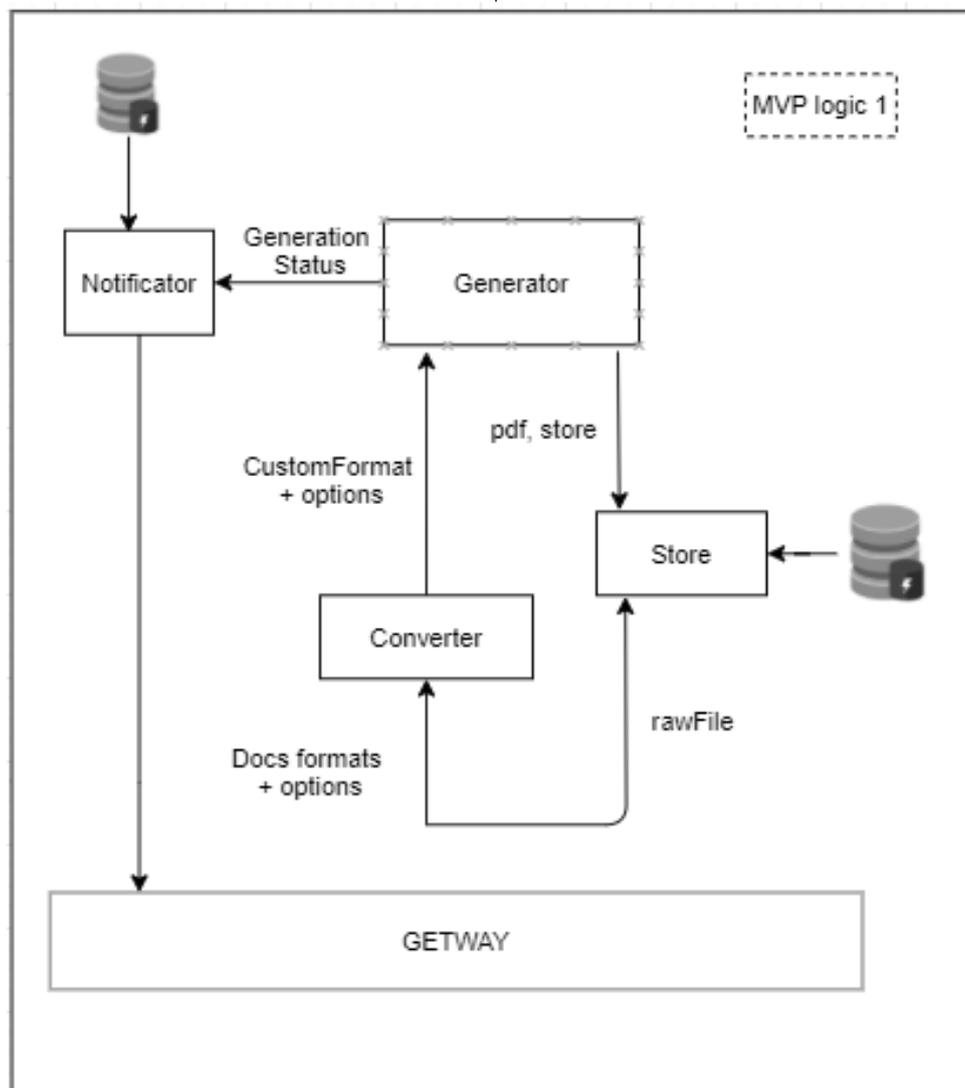


Рис. 7. Пример архитектуры

систем вследствие сокращения времени сборки и увеличения производительности труда.

Практическое применение

Рассмотрим пример микросервисной архитектуры web-системы для конвертации документов в рукописные экземпляры. Для минимальной реализации данной системы необходимы следующие компоненты:

1. Web-интерфейс для взаимодействия с пользователем;
2. Сервис для конвертации документов различных форматов в унифицированную форму для простоты обработки;
3. Сервис генерации рукописных образцов из унифицированных данных;
4. Сервис хранения документов;

5. Сервис нотификации пользователей на стороне web-клиента;
6. Reverse proxy [10] или Gateway для группировки микросервисов в единую систему для конечных пользователей.

Ключевым и самым логически нагруженным сервисом является сервис генерации, именно он реализует ядро всей системы и формирует value для пользователей. Так как сервис является логически нагруженным, причем логикой математической, наверное, самым очевидным языком разработки для этого сервиса будет являться Python, за счет его богатого обилия математическими библиотеками и возможностями. Если же рассмотреть данную систему в контексте монолита, то python фактически позволяет реализовать все перечисленные компоненты системы, однако python явля-

ется динамически типизированными языком и в будущем данную систему будет очень тяжело поддерживать и развивать. Также в Python не очень удобная работа с потоками, что является критически важным фактором при разработке высоконагруженных систем. Микросервисы дают намного больше свободы в выборе технологии и поэтому остальные компоненты можно развивать независимо от ключевого функционала. Однако это скрывает в себе следующую проблему: в монолитной системе один разработчик способен работать над любой его частью, в то время как в микросервисной необходимо наличие специалистов в различных областях для разработки различных микросервисов. В свою очередь большинство специалистов обладают возможностью поддерживать большое количество технологий и языков, что нивелирует острую необходимость поиска узконаправленных специалистов.

Рассмотрим архитектуру на рисунке 7. Входной точкой системы является reverse proxy — он отфильтровывает все незарегистрированные маршруты и видоизменяет остальные запросы по определённому прописанным правилам. Это необходимо для абстракции всей внутренней реализации за определенным фасадом, что убирает необходимость прописывать логику общения с различными конечными пользователями.

Следующий этап — это конвертация, в данном случае основным протоколом является REST API. После конвертации файл, сохраняется в микросервисе хра-

нилища также при помощи REST API. После сохранения и конвертации, файл кладется в очередь на генерацию, выбор очереди обусловлен тем, что генерация — математически сложная операция и требует определенных мероприятий по обеспечению горизонтального расширения с самого начала приложения, простые очереди на основе протокола AMQP идеально подходят для этих целей. Возможность развернуть неограниченное количество потребителей генераторов на различных машинах. Из-за долгой операции генерации возникает еще одна проблема — получение результата. Для решения этой проблемы можно использовать web socket, подключения для которого будут жить в отдельном сервисе нотификации, это позволит убрать нежелательные элементы UI, такие как лоадеры и показывать более приятные статусы работы программы.

Заключение

Микросервисы предоставляют множество возможностей для разработки и не подвержены основным проблемам монолитных систем, однако они требуют более строго менеджмента и более опытных команд разработчиков. Данные системы легко масштабируются как горизонтально, так и вертикально, а также за счет абстракции и сокрытия функционала под интерфейсами, появляется возможность легко подменять реализации тех или иных узлов. Микросервисы можно интегрировать в монолитные системы, что также позволит добиться более гибких и надежных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микросервисная архитектура: характерные особенности, достоинства и недостатки https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Микросервисная_архитектура:_характерные_особенности,_достоинства_и_недостатки (Дата обращения: 5.11.2021)
2. Объектно-ориентированное программирование: на пальцах <https://thecode.media/objective/> (Дата обращения: 6.11.2021)
3. Монолитная VS микросервисная архитектура <https://proglub.io/p/monolitnaya-vs-mikroservisnaya-arhitektura-2019-09-16> (Дата обращения: 6.11.2021)
4. Микросервисы (Microservices) <https://habr.com/ru/post/249183/> (Дата обращения: 7.11.2021)
5. What is a REST API? <https://www.redhat.com/en/topics/api/what-is-a-rest-api> (Дата обращения: 2.11.2021)
6. What is HTTPS? <https://www.cloudflare.com/learning/ssl/what-is-https/> (Дата обращения: 4.11.2021)
7. Немного о брокерах сообщений — Kafka и RabbitMQ <http://nlpx.net/archives/566> (Дата обращения: 2.11.2021)
8. RFC6455 — The WebSocket Protocol <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6455> (Дата обращения: 8.11.2021)
9. Что такое непрерывная интеграция? <https://aws.amazon.com/ru/devops/continuous-integration> (Дата обращения: 9.11.2021)
10. Reverse proxy <https://www.imperva.com/learn/performance/reverse-proxy/> (Дата обращения: 9.11.2021)

© Ирбитский Илья Сергеевич (scarletsurge.u@gmail.com), Романенков Александр Михайлович (romanaleks@gmail.com),

Стульников Кирилл Тимурович (frostik0409@gmail.com), Удалов Никита Николаевич (nnudalov@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ В МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЕ

APPROACHES TO THE FORMATION OF SECURITY IN MICROSERVICE ARCHITECTURE

I. Irbitskiy
A. Romanenkov
K. Stulnikov
N. Udalov

Summary. The rapid development and spread of network cloud services by the early 2010s led to disappointment in the classic, so-called monolithic version of the application architecture. Due to the complexity of individual modules, often representing entire software systems, as well as due to the need to ensure compatibility between them through standard protocols, making any changes and additions has become a non-trivial task that takes too much time.

As an answer to this challenge, the architecture of microservices was proposed as a distributed system of the simplest and easily replaceable modules that perform, if possible, a single elementary function. At the same time, the microservice system has a symmetrical, peer-to-peer, rather than hierarchical organization, which eliminates the need for a complex organization of relationships. Services communicate with each other and with clients using lightweight protocols, for example, via HTTP or text messages. As a result, a system is created that is easy to deploy and upgrade with automatic development and update functions.

By 2021, microservice architecture is in the center of attention of specialists and not only: it is written about in blogs, in social networks, discussed in the press and at various conferences. The successful implementation of microservices is announced by representatives of Amazon, Google, Netflix and Twitter. In Russia, the experience of switching to microservices was reported by large banks, as well as, for example, M. Video-Eldorado and MegaFon.

Keywords: microservice, architecture, development, server, high-load software, attack, DDoS.

Ирбитский Илья Сергеевич

Аспирант, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
scarletsurge.u@gmail.com

Романенков Александр Михайлович

К.т.н., доцент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет);
С.н.с., ФИЦ ИУ РАН
romanaleks@gmail.com

Стульников Кирилл Тимурович

Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
frostik0409@gmail.com

Удалов Никита Николаевич

Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
nnudalov@gmail.com

Аннотация. Стремительное развитие и распространение сетевых облачных сервисов к началу 2010-х годов привело к разочарованию в классическом, так называемом монолитном варианте архитектуры приложений. Из-за сложности отдельных модулей, зачастую представляющих собой целые программные системы, а также из-за необходимости обеспечить совместимость между ними посредством стандартных протоколов, внесение любых изменений и дополнений стало нетривиальной задачей, отнимающей слишком много времени.

В качестве ответа на этот вызов была предложена архитектура микросервисов как распределенная система простейших и легко заменяемых модулей, выполняющих по возможности единственную элементарную функцию. При этом микросервисная система имеет симметричную, одно-ранговую, а не иерархическую организацию, что снимает необходимость в сложной организации взаимосвязей. Сервисы связываются между собой и с клиентами с использованием лёгких протоколов, например, через HTTP или при помощи текстовых сообщений. В результате создаётся система, простая в развёртывании и модернизации с функциями автоматической разработки и обновления.

К 2021 году микросервисная архитектура находится в центре внимания специалистов и не только: о ней пишут в блогах, в соцсетях, обсуждают в прессе и на различных конференциях. Об успешном внедрении микросервисов заявляют представители Amazon, Google, Netflix и Twitter. В России об опыте перехода на микросервисы сообщали крупные банки, а также, например, «М. Видео-Эльдорадо» и «МегаФон».

Ключевые слова: микросервис, архитектура, разработка, сервер, высоконагруженное программное обеспечение, атака, DDoS.

Введение

По мере того как все больше организаций переходят от монолитной архитектуры к распределенной архитектуре на основе микросервисов, проблемы безопасности становятся более актуальными. В микросервисной архитектуре возможности для атак значительно увеличиваются из-за различных сетевых подключений и API, используемых для общения между всеми компонентами. При данном подходе логические модули могут быть распределены по сервисам, которые в свою очередь могут быть обернуты в специальные контейнеры и распределены по множеству различных систем/хостов и т.д. Так как они должны функционировать согласованно, ставится задача проектирования правильной архитектуры сети и взаимодействия между ними. Это также означает, что каждый контейнер должен надлежащим образом обслуживаться, управляться и защищаться, на что необходимо чрезвычайно много времени без использования надлежащих технологий.

При использовании традиционного монолитного приложения компоненты и службы обычно размещаются на одном или нескольких серверах в одной сети, что облегчает их взаимодействие. Из-за большого количества открытых API, портов и компонентов традиционные межсетевые экраны не могут обеспечивать должный уровень безопасности для них. Эти проблемы делают развёртывание микросервисов более уязвимым для различных киберугроз, таких как «man-in-middle», инъекционные атаки, межсайтовый скриптинг, DDoS [1]. По сути, это означает, что для запуска проекта, состоящего из нескольких микросервисов, потребуется детальное обеспечение контроля безопасности, которое включает в себя несколько решений.

С точки зрения безопасности контейнеры и микросервисы обладают некоторыми очевидными преимуществами в плане безопасности [2], особенно с учетом того, что компоненты и службы приложений изолированы. Безопасность микросервисов может быть реализована на гораздо более детальном уровне, с элементами управления, применяемыми к конкретным службам, API и сетевым каналам связи.

Микросервисы действительно предоставляют возможность реализовать стратегию углубленной защиты, но способ реализации средств контроля безопасности — это огромный отход от традиционных методов. В архитектуре микросервисов существует множество транзакций и взаимодействий. Таким образом, безопасность [3] компонентов приложения или службы зависит от взаимодействия с контейнерами и знания того, как правильно их реализовать [4]. Построение единой безопасной среды из микросервисов становится сложной

задачей, а по мере увеличения их количества масштабы проблемы несопоставимо растут.

Децентрализованное хранение

Почти всегда микросервис хранит некоторое состояние. С точки зрения сервисно-ориентированных архитектур и, в частности, микросервисов, децентрализованное хранение [5] — очень важный момент. Децентрализованное хранение означает, что каждый сервис имеет свою БД и обращается исключительно к ней. Единственный случай, когда разные службы могут использовать одно хранилище, — если эти службы представляют собой точные копии друг друга. Базы данных различных сервисов друг с другом не взаимодействуют (рис. 1).

Единственный вариант взаимодействия — сетевое взаимодействие между сервисами, которое может быть реализовано как посредством API, так и через брокеры сообщений, например RabbitMQ (рис. 2).

Можно делить сервис на более мелкие до тех пор, пока ему не потребуется запросить данные из БД другого сервиса. Таким образом достигается изоляция данных — у каждого микросервиса при необходимости существует своя база данных.

Проблема множества открытых внешних адресов

Итак, допустим, у нас есть какой-то клиент который, чтобы предоставить кому-то нужные данные, взаимодействует с совокупностью других сервисов. Тогда его схема при использовании нескольких микромодулей будет следующая (рис. 3).

Казалось бы, все просто — клиент может обращаться ко всем этим сервисам. На деле получается, что конфигурация клиента слишком сильно разрастается. Но даже это не является основной проблемой в данной ситуации. Основную угрозу представляет необходимость наличия открытых внешних адресов, а также портов для каждого из микросервисов, что увеличивает площадь для кибератак, которые могут целенаправленно выводить из строя отдельные модули. В этом случае можно применить принцип API Gateway (рис. 4).

API Gateway предоставляет данные в том виде, в каком они нужны конкретно именно этому типу пользователей. Например, если будет веб и мобильное приложение, необходимо будет создать два API Gateway, которые будут собирать данные из сервисов и предоставлять их немного по-разному. API Gateway занимается лишь передачей данных и ни в коем случае не со-

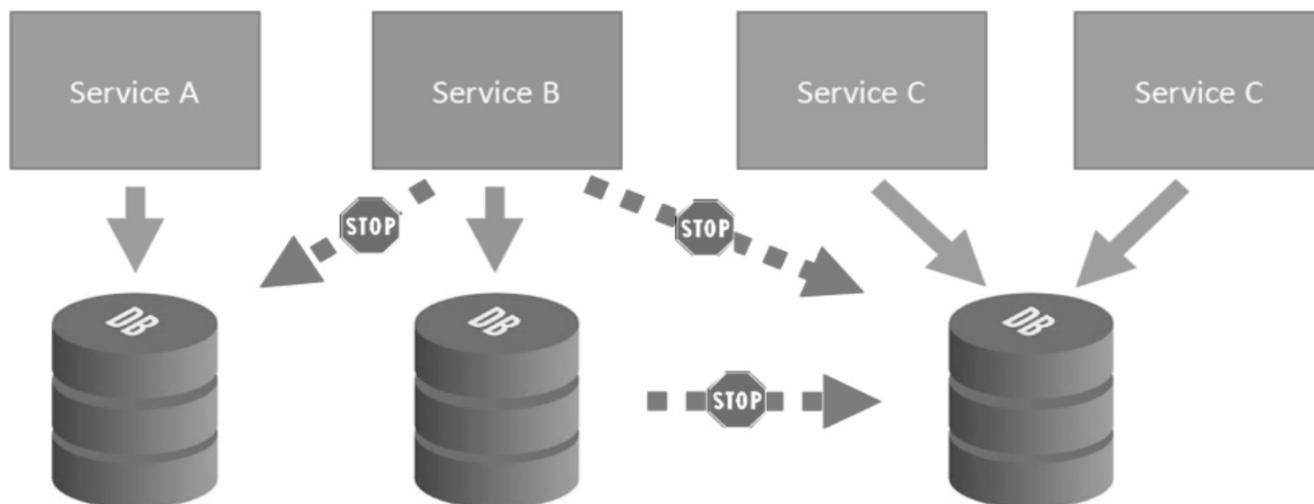


Рис. 1. Децентрализованное хранение

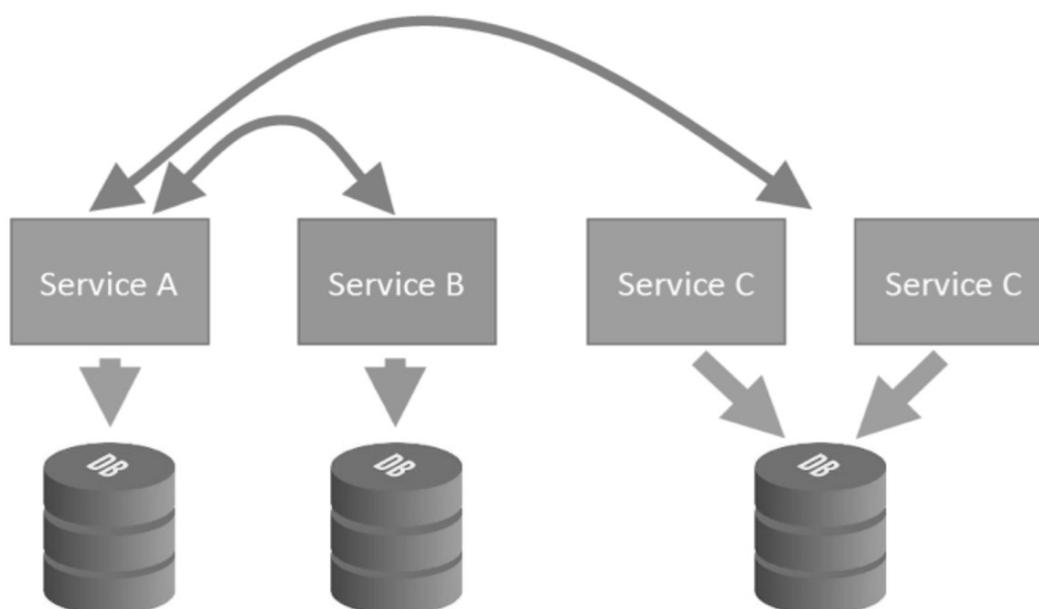


Рис. 2. Передача данных между микросервисами

держит никакой серьезной бизнес-логики, иначе бы эта логика везде дублировалась, и, как следствие, эту логику сложно поддерживать.

Express Gateway

Существует несколько возможных популярных реализаций, одна из таких — Express Gateway [6] — это API-интерфейс для микросервисов, созданный на основе фреймворка ExpressJS. Благодаря ему возможно настраивать маршрутизацию запросов. Например,

чтобы все запросы на адрес <https://handwriter.ru/api/store/file> перенаправлялись на внутренний сервис 192.168.7.77:3002/file, где адрес <https://handwriter.ru/api> является единственной точкой входа в систему. Важно отметить, что такие сервисы позволяют редактировать и дополнять входные данные, например, интересным решением будет интеграция сервиса аутентификации в сам API Gateway. Тогда остальные сервисы в случае успешно пройденной аутентификации будут получать токен сессии, который был добавлен в заголовки запроса выше.

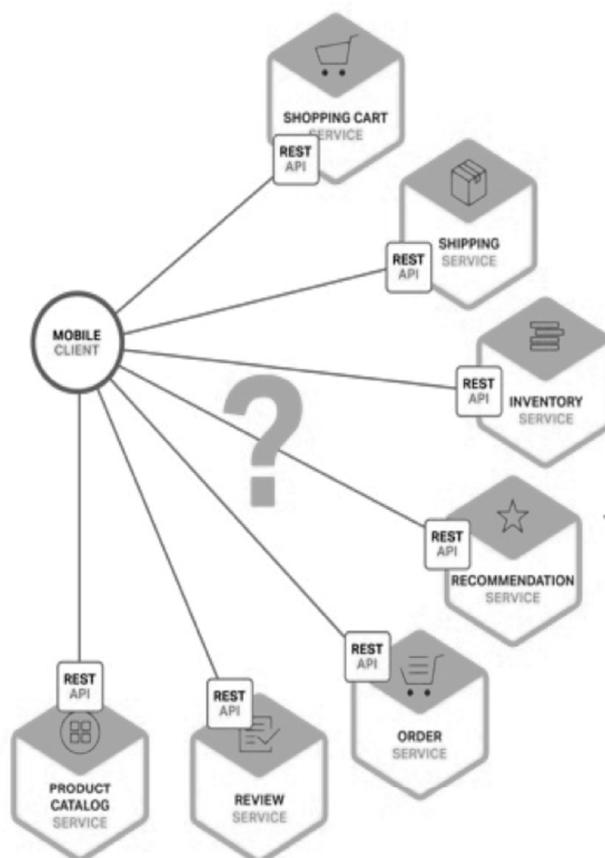


Рис. 3. Неправильный вариант распределения API

Пример конфигурации для Express Gateway

```

http:
  port: ${PORT:-8080}
https:
  port: 9443
  # hostname: localhost
apiEndpoints:
  store:
    methods: "GET, POST, PUT"
    # host: "213.183.41.33"
    paths: "/api/store*"
  converter:
    methods: "GET, POST, PUT"
    # host: localhost
    paths: "/api/converter*"
  auth:
    methods: "GET, POST, PUT"
    # host: localhost
    paths: "/api/auth*"
serviceEndpoints:
  storeService:
    url: "http://${HOST:-192.168.7.77}:${STORE_PORT:-3002}"
  converterService:

```

```

    url: "http://${HOST:-192.168.7.77}:${CONVERTER_PORT:-3012}"
  authService:
    url: "http://${HOST:-192.168.7.77}:${AUTH_PORT:-3098}"
  - policies:
  - basic-auth
  - cors
  - expression
  - key-auth
  - log
  - oauth2
  - proxy
  - rate-limit
  - rewrite
pipelines:
  store:
    apiEndpoints:
      - store
    policies:
      - rewrite:
        - action:
            search: "/api/store"
            replace: "/api"
      - proxy:

```

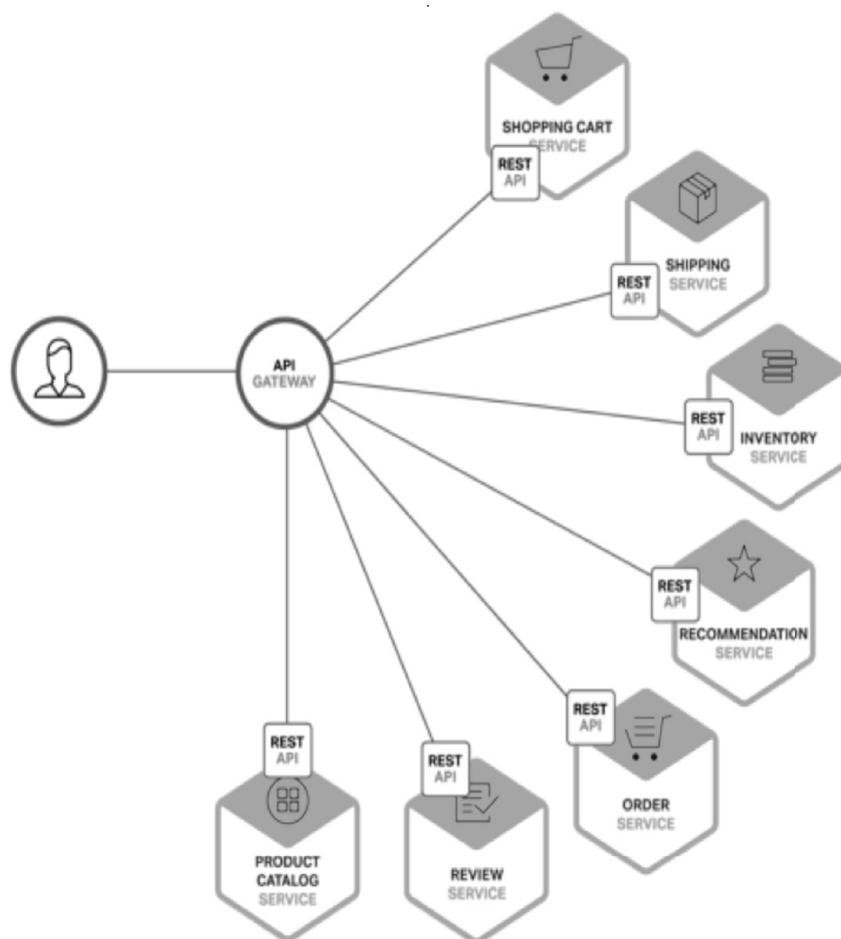


Рис. 4. Внедрение API Gateway в систему

```

- action:
  serviceEndpoint: storeService
converter:
apiEndpoints:
- converter
policies:
- rewrite:
  - action:
    search: "/api/converter"
    replace: "/api"
- proxy:
  - action:
    serviceEndpoint: converterService
auth:
apiEndpoints:
- auth
policies:
- rewrite:
  - action:
    search: "/api/auth"
    replace: "/api"
- proxy:

```

```

- action:
  serviceEndpoint: authService

```

Обратный прокси-сервер Traefik

Подобную задачу можно также решить с помощью Traefik [7], который помимо роутинга предоставляет также возможность анализа проходящего трафика, а также распределения нагрузки.

Traefik — это обратный прокси-сервер с открытым исходным кодом, обеспечивающий простую работу с микросервисами и/или контейнерами с приложениями.

Обратный прокси-сервер (reverse proxy, реверс-прокси) служит для ретрансляции запросов из внешней сети к каким-либо серверам/сервисам внутренней сети (например веб-сервера, БД или файловые хранилища) и позволяет:

- ♦ обеспечить сокрытие структуры внутренней сети и подробностей о находящейся в ней сервисах;

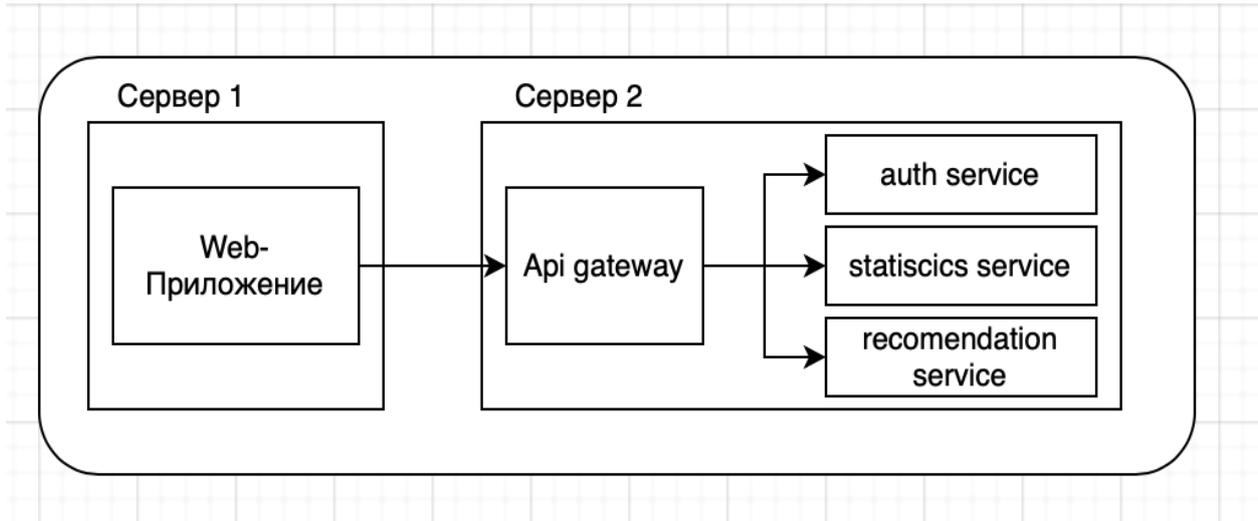


Рис. 5. Решение с API Gateway

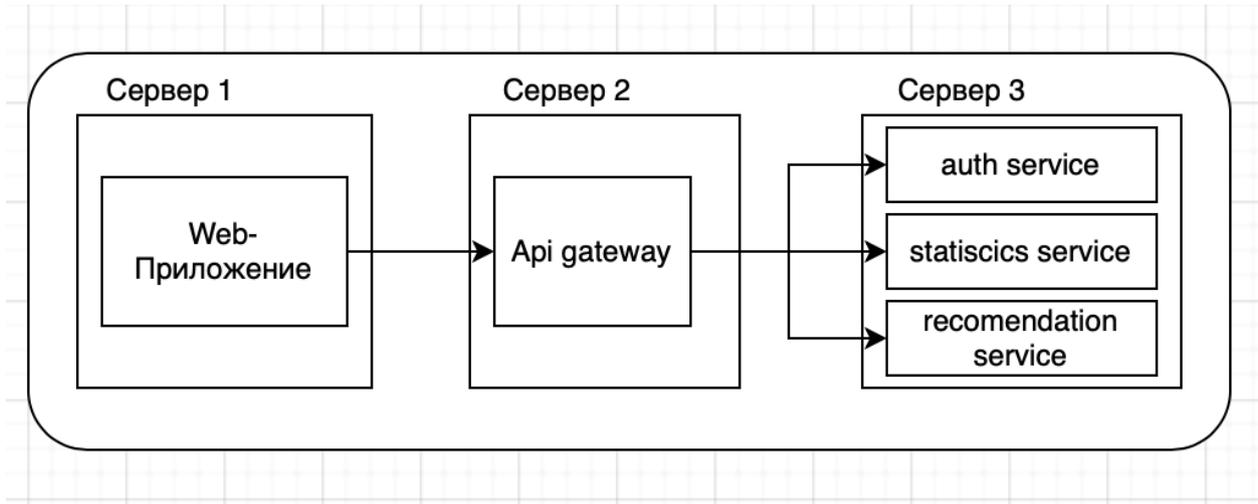


Рис. 6. Решение с API Gateway и OpenVPN

- ◆ осуществлять балансировку нагрузки (load balancing) между экземплярами одного и того же сервиса или серверами с одинаковыми задачами;
- ◆ обеспечить зашифрованное (HTTPS) соединение между клиентом и любым сервисом, в таком случае SSL сессия создается между клиентом и прокси, а между прокси и сервисом во внутренней сети устанавливается незашифрованное HTTP соединение; если сервис поддерживает HTTPS, то можно организовать зашифрованное соединение и во внутренней сети;
- ◆ организовать контроль доступа к сервисам (аутентификацию клиента), а также установить фаервол (брандмауэр).

Скрытие IP-адреса сервисов с критичными данными

В некоторых проектах может возникнуть необходимость хранить чувствительные данные, и полностью обезопасить себя от возможного раскрытия IP-адреса.

В предыдущих случаях мы рассматривали ситуацию, когда API Gateway и микросервисы размещались на одном сервере. При такой конфигурации остается возможность подобрать данные адресов отдельных микросервисов и определить примерное нахождение сервера.

Чтобы решить эту проблему, можно перенести сервисы на отдельно выделенное оборудование, адрес

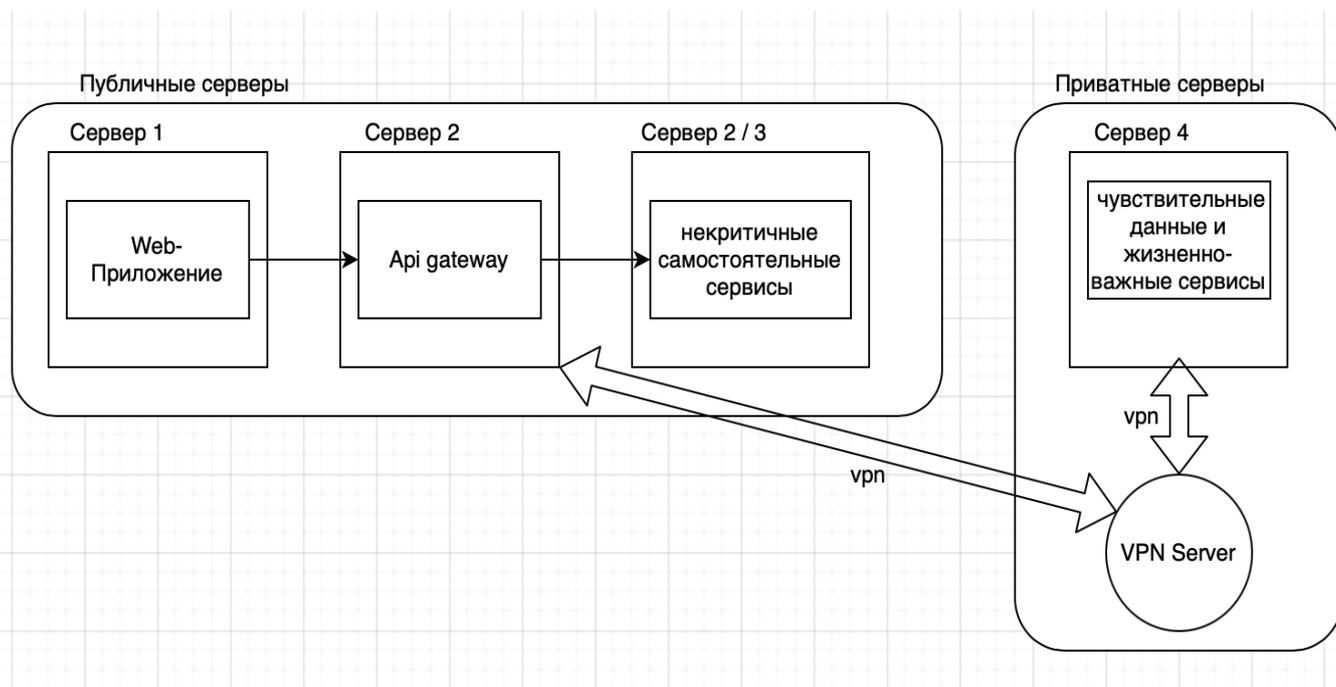


Рис. 7. Решение с API Gateway, OpenVPN и частными серверами

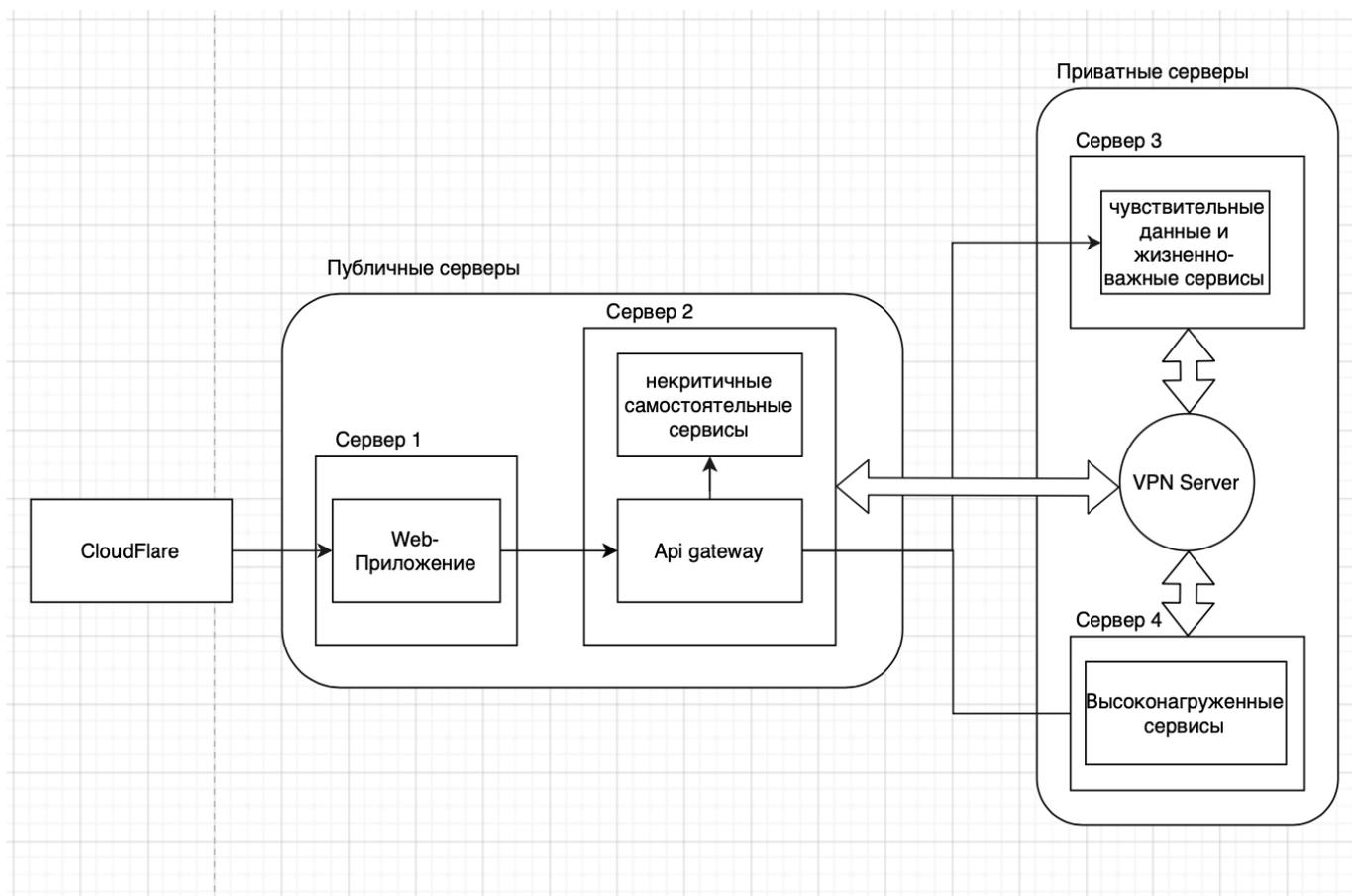


Рис. 8. Решение с API Gateway, OpenVPN, частными серверами и Cloudflare

которого будет известен только внутри сервера, где развернут Gateway. Получим следующую схему (рис. 6).

В данной реализации проходная способность системы будет зависеть от сервера-посредника (где расположен Gateway). Однако сервер 3 все еще вынужден иметь открытые порты, так как мы будем напрямую на него посылать запросы с сервера 2. Чтобы изолировать чувствительные данные и жизненно важные сервисы от возможных атак и утечек в интернет, стоит заблокировать доступ извне для всех портов на оборудовании, где будет храниться важная информация. Для решения добавим в систему VPN сервер, который объединит наш Gateway через виртуальную приватную сеть со скрытым ранее сервером и позволит им общаться между собой по защищенному каналу связи. Одним из наиболее популярных реализаций VPN является OpenVPN [8], который активно развивается и является open source проектом.

Тогда получим следующую схему (рис. 7).

Исходя из личного опыта, можно отметить, что современное оборудование позволяет размещать VPN сервер даже на маршрутизаторах и строить сложные защищённые сети.

Защита от DDoS-атак

Цель DDoS-атаки [9] — добиться отказа в обслуживании подключенных к Интернету устройств: сетевого оборудования и инфраструктуры, различных интернет-сервисов, веб-сайтов и веб-приложений, инфраструктуры Интернета вещей.

подавляющее большинство атак развиваются в следующей последовательности:

1. сбор данных о жертве и их анализ с целью выявления явных и потенциальных уязвимостей, выбор метода атаки;
2. подготовка к атаке путем развертывания вредоносного кода на компьютерах и подключенных к Интернету устройствах, управление которыми удалось перехватить;
3. генерация потока вредоносных запросов с множества устройств, находящихся под управлением злоумышленника;

4. анализ результативности атаки: если целей атаки добиться не удалось, злоумышленник может провести более тщательный анализ данных и выполнить повторный поиск методов атаки (переход к п. 1).

CloudFlare

На сегодняшний день на рынке представлено множество решений для защиты от DDoS атак, одно из них — CloudFlare.

CloudFlare DDoS Protection [10] — сервис, предоставляющий услуги по защите веб-сайтов от DDoS-атак. Решение выполняет фильтрацию трафика через свои центры перед тем, как он будет направлен на сайт заказчика, позволяет защитить его данные благодаря надежной инфраструктуре CloudFlare и очень компетентной команде специалистов. Многоуровневый подход CloudFlare DDoS Protection к обеспечению безопасности сочетает в себе несколько возможностей по предотвращению последствий DDoS-атак в одном сервисе. Он предотвращает сбои, вызванные вредоносным трафиком, позволяя при этом пропускать легитимный, сохраняя веб-сайты, приложения и API высокодоступными и производительными.

Результатом интеграции CloudFlare стала следующая система, которая уже успешно реализована и используется в существующем проекте (рис. 8).

Заключение

В результате разработанной схемы была реализована устойчивая и безопасная среда для микросервисного веб-приложения, в котором применены все описанные в статье решения. На отдельном сервере настроена виртуальная приватная сеть (VPN), которая является основным шлюзом системы и позволяет получать доступ к закрытым адресам. А все запросы фильтруются и перенаправляются с помощью обратного прокси-сервера Traefik, он же и занимается распределением нагрузки между модулями — микросервисами. Также подключен Cloudflare, который предоставляет услуги сети CDN (Content Delivery Network), которая ускоряет доставку контента до пользователей и дополнительно защищает от вредоносного трафика и DDoS-атак.

ЛИТЕРАТУРА

1. How to Exploit a Microservice Architecture <https://dzone.com/articles/how-to-exploit-a-microservice-architecture> (Дата обращения: 5.11.2021)
2. Hacking Your Way Through Microservice Architecture <https://hackernoon.com/hacking-your-way-through-microservice-architecture-8o1c34pa> (Дата обращения: 7.11.2021)
3. Microservices Security: Challenges and Best Practices <https://www.neuralegion.com/blog/microservices-security/> (Дата обращения: 4.11.2021)

4. Fundamental microservices security best practices <https://searchapparchitecture.techtarget.com/tip/4-fundamental-microservices-security-best-practices> (Дата обращения: 9.11.2021)
5. Микросервисная архитектура: характерные особенности, достоинства и недостатки https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Микросервисная_архитектура:_характерные_особенности,_достоинства_и_недостатки (Дата обращения: 1.11.2021)
6. Express Gateway — A microservices API Gateway built on top of Express.js <https://survivejs.com/blog/express-gateway-interview/> (Дата обращения: 9.11.2021)
7. Использование Траефик в качестве обратного прокси для контейнеров Docker в Ubuntu 18.04 <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-use-traefik-as-a-reverse-proxy-for-docker-containers-on-ubuntu-18-04-ru> (Дата обращения: 12.11.2021)
8. How To Set Up and Configure an OpenVPN Server on CentOS <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-set-up-and-configure-an-openvpn-server-on-centos-7> (Дата обращения: 11.11.2021)
9. Что такое DDoS (Distributed Denial of Service). Как защититься от DDoS-атак. <https://stormwall.pro/knowledge-base/termin/ddos-protection> (Дата обращения: 3.11.2021)
10. CloudFlare DDoS Protection <https://www.anti-malware.ru/products/cloudflare-ddos-protection> (Дата обращения: 11.11.2021)

© Ирбитский Илья Сергеевич (scarletsurge.u@gmail.com), Романенков Александр Михайлович (romanaleks@gmail.com),
Стульников Кирилл Тимурович (frostik0409@gmail.com), Удалов Никита Николаевич (nnudalov@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский авиационный институт

МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ СЕТЕВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ¹

A METHOD FOR DETECTING NETWORK STEGANOGRAPHY BASED ON MACHINE LEARNING

A. Krasov

Summary. Classification of steganographic methods of information transformation is described in the basic model of threats to the security of personal data during their processing in personal data information systems, approved by the FSTEC of the Russian Federation in 2008. Due to the growing need for confidentiality in data transmission over modern communication channels, the popularity of various methods of steganography has increased. However, the development of methods of covert transmission of information has led to the need to identify participants in the illegal dissemination of information. This article discusses the possibility of analyzing network traffic using machine learning technologies. The article presents the results of work on the Grant-I B5/2020 project, proposals for improving the basic model.

Keywords: machine learning, steganography, TCP, ICMP, Bayesian networks.

Красов Андрей Владимирович

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
krasov@inbox.ru

Аннотация. Классификация стеганографических методов преобразования информации описано в базовой модели угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, утверждённой ФСТЭК РФ в 2008 году. В связи с ростом потребности в конфиденциальности при передаче данных по современным каналам связи возросла популярность различных методов стеганографии. Однако развитие методов скрытой передачи информации привело к необходимости выявления участников нелегального распространения информации. В данной статье рассматривается возможность анализа сетевого трафика с применением технологий машинного обучения. В статье приводятся результаты работы по проекту Грант-ИБ 5/2020, предложения по совершенствованию базовой модели.

Ключевые слова: машинное обучение, стеганография, TCP, ICMP, байесовские сети.

Сетевая стеганография — технология позволяющая скрытно осуществлять передачу информации по общедоступным каналам связи, причём данные скрыты не только от человека, но и от промежуточных устройств. Применение данного метода привлекает не только законопослушных граждан, желающих добиться конфиденциальности в интернете, но также злоумышленников, пытающихся скрыть свои намерения от правоохранительных органов, в связи с чем растёт потребность в обнаружении фактов использования сетевой стеганографии. В [1–2] описывается процесс передачи данных по каналам связи и возможность использования механизмов стеганографии.

Соккрытие информации может достигаться за счёт инъекции полезной нагрузки в поля заголовков пакетов, модификации основных данных, передающихся по каналу связи или изменения структуры очередности пересылки пакетов. Также могут использоваться

различные комбинации данных методов, например намеренная потеря аудио пакетов с целью последующего изменения и ретрансляции.

Существующие средства детектирования стеганографии различаются в зависимости от входных данных. Большинство технологий основаны на использовании статистических данных об имеющемся канале или сигнатур.

Метод с использованием сигнатур сопоставляет пакет с уже имеющимися наборами правил и определяет является ли он стеганоконтейнером. Несовершенство данного метода заключается в невозможности распознавания неизвестных технологий сокрытия данных.

Обнаружение с использованием статистических данных заключается в обнаружении стеганографии на основании отклонений от имеющихся параметров

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант ИБ) в рамках научного проекта № 5/2020.

The screenshot shows the Wireshark interface with a list of network packets and a detailed view of a selected packet (No. 443).

Packet List:

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Length | Info |
|-------|------------|---------------|-----------------|----------|--------|---|
| 18414 | 107.745579 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 66 [TCP Dup ACK 18411#1] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=121896 |
| 18415 | 107.745588 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 66 [TCP Dup ACK 18411#2] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=123136 |
| 18417 | 107.745717 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 66 [TCP Dup ACK 18411#3] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=124376 |
| 18419 | 107.745775 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 74 [TCP Dup ACK 18411#4] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18421 | 107.745865 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 82 [TCP Dup ACK 18411#5] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18423 | 107.746060 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 82 [TCP Dup ACK 18411#6] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18426 | 107.746230 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 82 [TCP Dup ACK 18411#7] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18427 | 107.746239 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 82 [TCP Dup ACK 18411#8] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18429 | 107.746377 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 82 [TCP Dup ACK 18411#9] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18432 | 107.746521 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#10] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18433 | 107.746531 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#11] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18435 | 107.746693 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#12] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18437 | 107.746784 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#13] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18439 | 107.746905 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#14] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18441 | 107.746997 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#15] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18443 | 107.747084 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#16] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18445 | 107.747155 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#17] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18447 | 107.747309 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#18] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18449 | 107.747432 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#19] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18452 | 107.747531 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#20] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18453 | 107.747538 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#21] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18455 | 107.747716 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#22] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18457 | 107.747841 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#23] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |
| 18459 | 107.747963 | 192.168.0.103 | 149.154.167.151 | TCP | 9064 | 90 [TCP Dup ACK 18411#24] 9064 → 443 [ACK] Seq=620 Ack=116936 Win=131328 Len=0 SLE=120656 SRE=128096 SLE=124376 |

Packet Details (No. 443):

- Transmission Control Protocol, Src Port: 9064, Dst Port: 443, Seq: 620, Ack: 116936, Len: 0
- Source Port: 9064
- Destination Port: 443
- [Stream index: 6869]
- [Conversation completeness: Complete, WITH_DATA (31)]

Raw Data:

```

0000  e8 de 27 d7 7f ec 30 9c 23 fe 05 f0 08 00 45 00  . . . . . # . . . . .
0010  00 34 52 10 40 80 06 00 00 c0 e8 00 67 95 9a    4R @ . . . . . g
0020  a7 97 23 03 01 bb 6b 7d 49 b2 97 15 b0 62 80 10  . . . . . k I . . . .
0030  02 01 fe 67 00 00 01 01 05 0a 97 15 be ea 97 15  . . . . . g . . . . .
0040  c3 c2
    
```

Рис. 1. Дамп пакетов с вложениями в номер порта источника

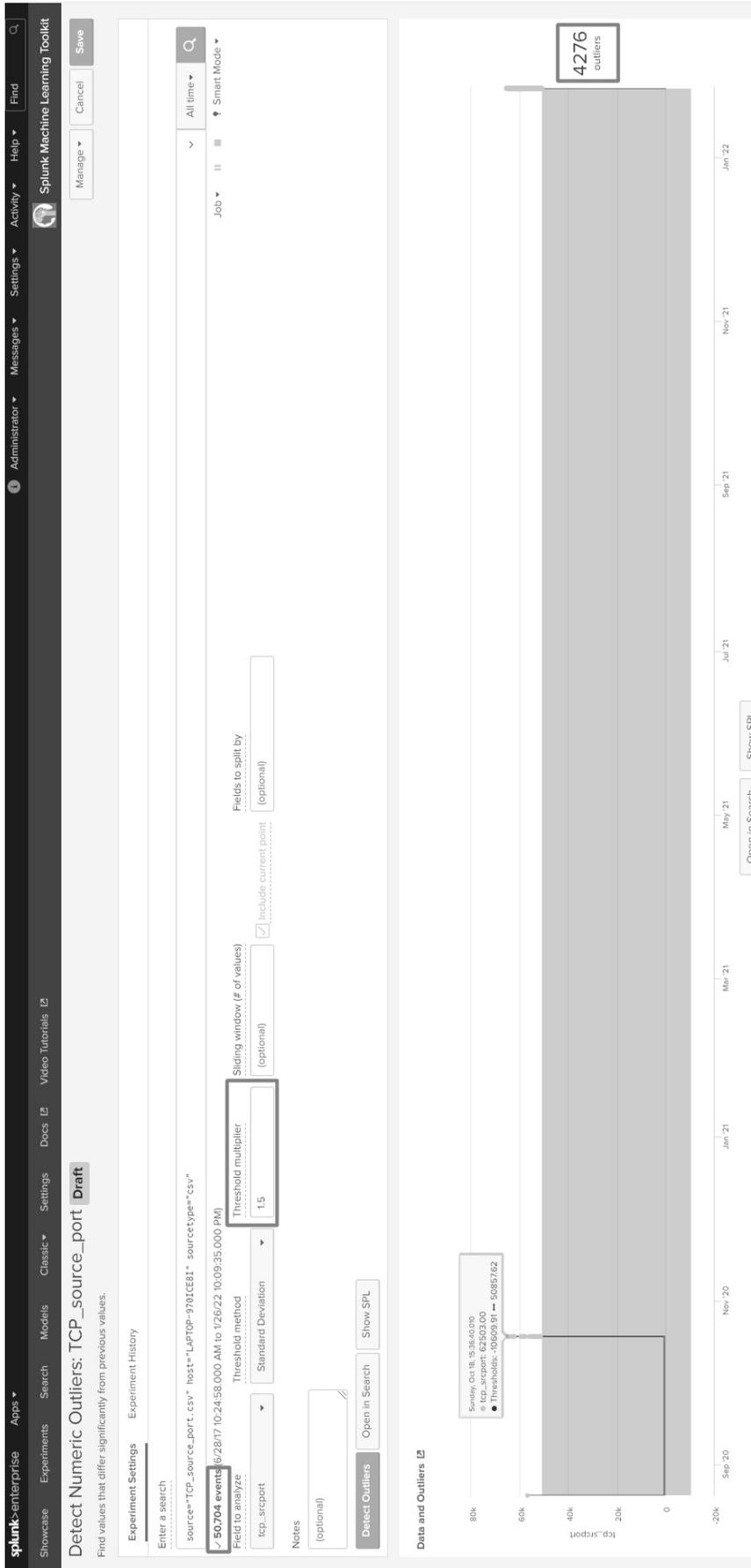


Рис. 2. Результат работы модели Detect Numeric Outliers

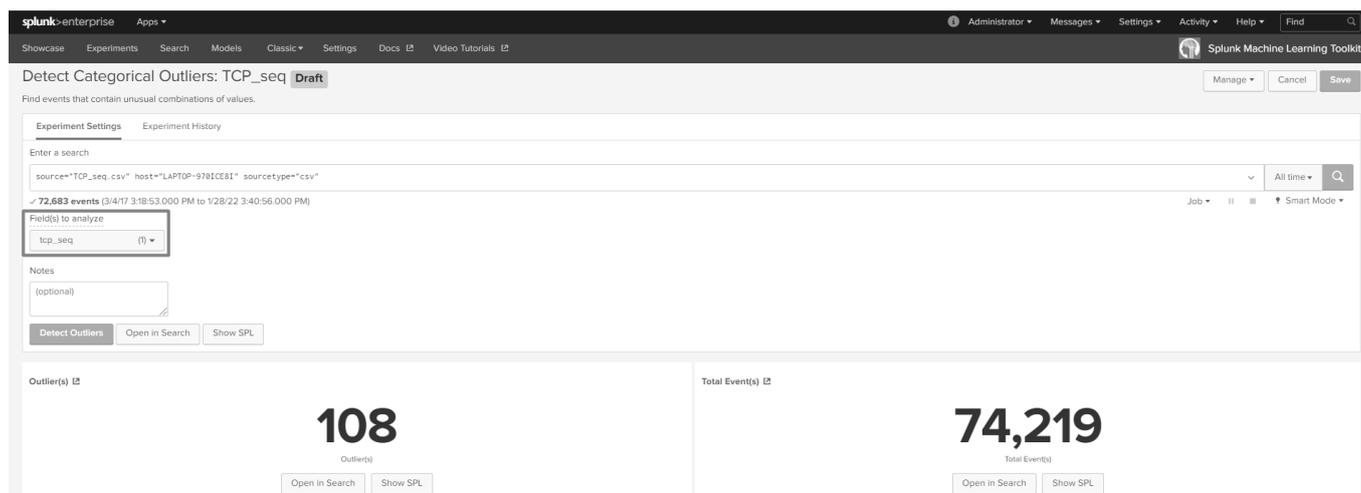


Рис. 4. Результат работы модели Detect Categorical Outliners

канала связи. Данный подход имеет относительно невысокую точность обнаружения модифицированных пакетов. Более детально о реализации данных методов стеганографии можно узнать в [3–6].

Выявление фактов сокрытия данных с применением машинного обучения — это использование существующих метрик и данных совокупно с алгоритмами классификации. Основным недостатком заключается в увеличении требуемой вычислительной мощности с ростом анализируемого трафика, однако эффективность и точность обнаружения в сравнении с остальными методами на порядок выше.

Для реализации метода обнаружения стеганографии с использованием машинного обучения необходимо определиться с данными для анализа. Трафик можно анализировать в режиме реального времени, однако для этого не подойдут обычные рабочие станции — необходимы вычислительные кластеры с высокой производительностью, также имеется возможность производить запись пакетов с помощью программ, таких как Wireshark или Tcpdump и далее производить анализ. В качестве платформы для осуществления механизмов машинного обучения можно создать собственное решение с использованием библиотек, описывающих основные алгоритмы классификации и регрессии, таких как Scikit-learn. Такой подход подойдёт в случае необходимости гибкой настройки, однако он сложен в практической реализации и последующей эксплуатации. Гораздо проще использовать готовые продукты.

Для проведения эксперимента была выбрана платформа Splunk Enterprise с использованием подключаемого модуля Machine learning toolkit. Splunk представляет собой систему сбора и анализа машинных данных

IT-инфраструктуры. В рамках возможностей данной системы возможен поиск по данным в режиме реального времени или по архивным данным. Помимо поиска реализованы функции визуализации путём построения графиков-гистограмм, а также доступно формирование автоматизированных отчетов. Модуль Machine learning toolkit позволяет расширить возможности анализа с помощью наиболее популярных алгоритмов машинного обучения таких как Random forest, Kernel ridge, Gaussian NB, Gradient Boosting и других. Для работы с системой предоставлен веб-интерфейс позволяющий не обращаться к использованию скриптового языка программирования, однако в случае необходимости более гибкой настройки имеется возможность ручного ввода команд.

В целях проведения анализа на сетевом интерфейсе персонального компьютера были записаны дампы трафика с вложениями в поля заголовков TCP пакетов, произведённых с помощью Python-библиотеки Scapy.

1. Вложения в поле Source Port протокола TCP

Поле Source Port представляет собой 16 бит числовых данных. Вложения не определяются стандартными средствами, однако могут быть легко выявлены человеком при ручном анализе. В наборе данных имеется 50704 пакета (рис. 1), из которых 3884 являются модифицированными.

Модуль машинного обучения имеет десять стандартных моделей, три из них предназначены непосредственно для определения отклоняющихся значений. Так как номер порта источника представляет собой числовое значение, наиболее подходящей моделью будет Detect Numeric Outliners.

При стандартных параметрах алгоритм выдал результат в 4276 отклонений, при истинном значении 3884 (рис. 2). Для повышения эффективности анализа можно изменять параметр `threshold method`, который задаёт тип отклонения и мультипликатор огибающей функции.

2. Вложения в поле seq заголовков TCP пакетов

Поле Sequence Number состоит из 32 бит, являющих собой порядковый номер пакета. Вложения в данное поле никак не определяются системно, однако могут привести к сбою в программе и выявлению если значение будет меньше первого `sn`

Для анализа можно воспользоваться моделью Detect Categorical Outliners. Данная модель основана на алгоритме вероятностных мер. Данный дамп представляет собой 74219 пакетов (рис. 3), из которых 146 с вложениями.

В результате работы алгоритм распознал 108 из 146 модифицированных пакетов (рис. 4). Данный результат достигается благодаря возможности анализа сразу нескольких полей. Также стоит учесть низкую распространённость ICMP пакетов в сетях, что упрощает детектирование аномалий.

Проверка устойчивости стеговложения (проверка работы метода)

Для построения вероятностной модели и проверки работы метода в среде использования данного ЦВЗ в доверенной среде, удобно использовать байесовские сети (далее — БС). БС — это ациклический ориентированный граф, в котором каждая вершина (узел сети) представляет n -значную переменную, дуги обозначают существование непосредственных причинно-следственных зависимостей между соединёнными переменными, а сила этих зависимостей количественно выражается в виде условных вероятностей, сопоставленных каждой из переменных. Байесовские сети являются одним из видов вероятностных графических моделей. Строгое формальное определение и теория байесовских сетей доверия построены и развиты в трудах. Байесовские сети представляют собой удобный инструмент для описания достаточно сложных процессов и событий с неопределённостями. Для описания байесовской сети необходимо определить структуру графа и параметры каждого узла. Эта информация может быть получена непосредственно из данных или из экспертных оценок. В данном пункте описан процесс построения байесовской сети для анализа риска обнаружения ЦВЗ после обфускации [11]. Структура байесовской сети отражает

возможные последствия использования обфускации, и является инструментом, с помощью которого можно выносить суждения и оценки относительно стойкости ЦВЗ после обфускации. Основные этапы этого процесса: идентификация переменных, определение структуры, определение параметров. После того, как байесовская сеть сконструирована, она готова для того, чтобы с её помощью можно было проводить вычисления. После поступление некоторого количества свидетельств, могут быть вычислены апостериорные вероятности [10].

Байесовская сеть представляет собой ориентированный граф без циклов, вершинами которого являются дискретные и (или) непрерывные случайные величины. При интерпретации дуг считается, что стрелка, ведущая от вершины x к вершине y , означает, что вершина x является родительской вершиной для вершины y и оказывает непосредственное влияние на y . При изображении байесовской сети родительские вершины изображаются на более высоком уровне, чем вершины потомки. Каждая вершина x характеризуется распределением условных вероятностей. Байесовская сеть служит правильным представлением проблемной области, если любая вершина на ней после задания родительских вершин становится условно независимой от других вершин, лежащих на более высоких уровнях.

Теоремой Байеса является простое соотношение, которое показывает, как условная вероятность зависит от обратной условной вероятности. Согласно теореме Байеса, вероятность события A при условии события B может быть вычислена следующим образом:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}, \quad (1)$$

где $P(A)$ — вероятность гипотезы A , $P(B)$ — вероятность события B , $P(B|A)$ — вероятность наступления события B при истинности гипотезы A , $P(A|B)$ — вероятность гипотезы A при наступлении события B .

Теорема Байеса показывает, как должна измениться вероятность в свете новых данных. В табл. 1 описаны существующие типы БС.

Выделим следующие характеристики (табл. 2), которые могут быть учтены в параметрах модели:

Выбранные характеристики описываются как непрерывными, так и дискретными величинами, следовательно, для построения вероятностной модели необходимо использовать гибридную БС. Для гибридных БС справедливо следующее ограничение: распределение непрерывной переменной X с дискретными родителями Y и непрерывными родителями Z является нормальным распределением:

Таблица 1. Существующие типы БС

| Типы БС | Описание |
|--------------|---|
| Дискретные | Переменные узлы являются дискретными величинами. Каждая вершина представляет собой событие, описываемое случайной величиной; Все вершины, связанные с «родительскими», определяются таблицей условных вероятностей; Для вершин без «родителей» вероятности ее состояний являются маргинальными. |
| Динамические | Значения узлов изменяется со временем. Идеально подходят для моделирования временных процессов. Их преимущество в том, что они используют табличное представление условных вероятностей что, облегчает представление различных нелинейных явлений. |
| Непрерывные | Переменные узлов сети являются непрерывными величинами. Распределение вероятности для непрерывной случайной величины определяются иначе, чем в дискретном случае и для их описания используются функции распределения вероятностей и плотности распределения вероятностей. |
| Гибридные | Сети, содержащие как узлы с дискретными переменными, так и с непрерывными. Дискретные переменные не могут иметь непрерывных родителей. Непрерывные переменные должны иметь нормальный закон распределения, условный на значениях родителей. Распределение непрерывной переменной X с дискретными родителями Y и непрерывными родителями Z является нормальным распределением. |

Таблица 2. Характеристики модели

| Характеристика | Имя переменной | Тип переменной |
|--|----------------|----------------|
| Замусоривание стегаканала | A1 | дискретная |
| Перестановки блоков стегаканала | A2 | дискретная |
| Для замусоривания использовались те же инструкции, что и для замусоривания | B | дискретная |
| Инструкция попала в N стегаканала | C | непрерывная |
| Произошел разрыв M стегаканала | C1 | непрерывная |
| Количество (K) вложений стегаканала | C3 | непрерывная |
| Размер стеговложения | D | непрерывная |
| Размер секции стегаканала | D1 | непрерывная |
| Длина стеговложений | X | непрерывная |
| Количество подходящих для вложения инструкций | X1 | непрерывная |
| Количество блоков для перестановок | Y | непрерывная |
| K Стеговложения обнаружены | Z | непрерывная |

$$P(X|Y = y, Z = z) = N\left(\mu_x(\mu_y, \mu_z), \sqrt{\sigma_x(\sqrt{\sigma_y})}\right), \quad (2)$$

где μ_x, μ_y, μ_z — математические ожидания, σ_x, σ_y — дисперсии, $\sqrt{\sigma_x}, \sqrt{\sigma_y}$ — среднеквадратические отклонения. μ_x линейно зависит от непрерывных родителей, σ_x вообще не зависит от непрерывных родителей. Однако, оба они (μ_x и σ_x) зависят от дискретных родителей. Это ограничение гарантирует возможность точного вывода.

По схеме (рис. 5) сканеры сначала собирают особенности действий пользователя. Затем специальные алгоритмы выявляют в них особенности. Каждый признак проверяется как на наличие в нем аномалий, так и на отнесение его к категории «подозрительных на создание скрытых каналов». Полученные на выходе результаты подаются в интегральный классификатор,

который уже дает окончательный ответ — присуще ли такое поведение стегоинсайдеру.

Активность стего-инсайдеров эмулировали путем создания стего-каналов на внешний сервер с помощью программного обеспечения из табл. 2 для различных типов входных и выходных данных (текст, изображения, звук, видео). Затем информация передавалась по созданному стего-каналу. Таким образом, помимо легального сетевого трафика, у организации были пакеты, формировавшие скрытые каналы. Параметры стего-каналов были разными и зависели от программного обеспечения, используемого для имитации действий инсайдеров. Всего было собрано 800 ГБ сетевого трафика, сгенерированного 200 пользователями в сети, в которую был установлен стенд. Из них около 5 ГБ (т.е. около 0,5%) составляли сгенерированные инсайдером

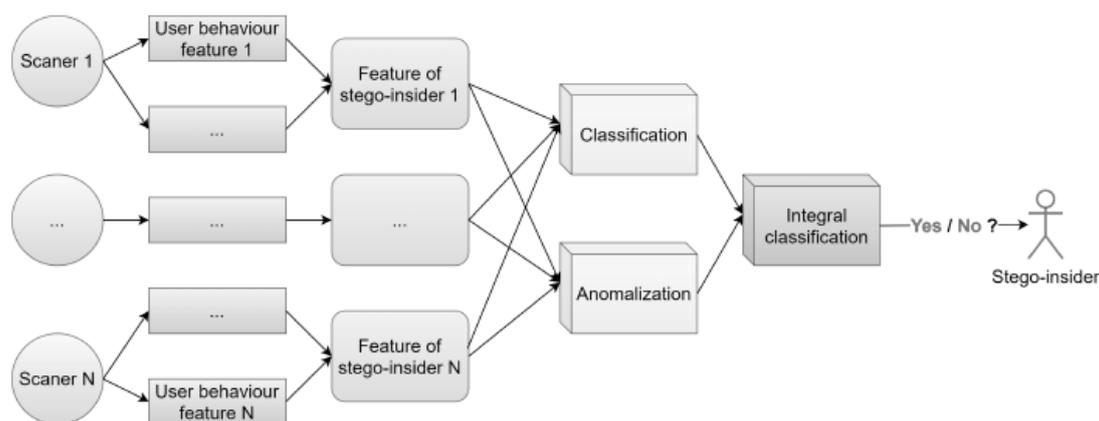


Рис. 5. Общая схема определения стего-инсайдера (Применение БС)

сетевые пакеты — содержащие процесс построения стего-канала и передачи по нему данных.

Заключение

Анализ (особенно в режиме реального времени) сетевого трафика требует работы с большим объемом данных по сбору, хранению, обработке. Эта проблема частично решается следующими способами. Во-первых, с помощью специализированной гибридной базы данных NoSQL. Во-вторых, отсутствие в документах базы данных полного содержания сетевого трафика и передаваемых объектов — поскольку сохраняются только признаки, необходимые для выявления стего-инсайдеров. В-третьих, потенциальным использованием управление ресурсами для параллельных баз данных.

Злоумышленник может использовать целый ряд программ, позволяющих ему встраивать сообщения в отправляемый контейнер. В качестве дальнейшего решения именно этой проблемы можно предположить создание и периодическое обновление сигнатурной (или иной) базы таких средств, ставя их в один ряд с вирусным ПО.

В случае шифрования стего-встраивания, очевидно, маловероятно получение исходного передаваемого сообщения. Однако первоначальной задачей было определение факта наличия скрытых каналов передачи. Получением исходного сообщения считается лишь дополнительная информация, позволяющая, в том числе, составить портрет правонарушителя, оценить причиненный ущерб и т.д.

В некотором смысле предлагаемые функции можно считать достаточно простыми, хотя они и не столь тривиальны, как особенности поведения пользователя.

Однако в случае сложных сценариев злоумышленника (например, получение стего-вложений с одной рабочей станции и отправка от другого), они могут оказаться недостаточно эффективными. Решение может быть найдено путем введения новых функций, определяемых базой данных с использованием целого комплекса SQL-запросов. Также возможно добавление интеллектуальных функций, которые определяются не строгими правилами, а с помощью интеллектуальных агентов с возможностью самоорганизации — анализа поведения пользователей и устройств, присвоения им уровней доверия и даже, в некоторых случаях, корректировки прав доступа.

Причина этого кроется в «удобстве» данной среды для построения злоумышленником скрытых каналов. Для повышения эффективности предлагаемой модели и метода в данной среде целесообразно использовать более интеллектуальные алгоритмы определения признаков стего-инсайдера с учетом сложных взаимосвязей между признаками поведения пользователя (т.е. определяется вручную экспертом).

Если злоумышленник использует нестандартные способы передачи данных, очевидно, что особенности поведения и особенности стего-инсайдера не всегда будут корректно идентифицированы. Однако сам факт использования таких методов свидетельствует о какой-то аномалии в работе пользователя, а, следовательно, является подозрительным (ситуация аналогична шифрованию).

Дальнейшим развитием работы должно стать внедрение машинного обучения (в части окончательной классификации пользователей на правонарушителей и правонарушителей) и полноценное внедрение системы определения стего-инсайдеров. При этом требу-

ется расширить набор возможностей стего-инсайдера с учетом более сложных сценариев его поведения.

Также с научной и практической точки зрения будет востребовано создание отдельных метрик для оценки

легальных пользователей с точки зрения их возможного перехода в категорию «стегоинсайдеров». Создание полноценного продукта, в том числе работающего в режиме реального времени, также запланировано на будущие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (выписка). ФСТЭК России, 2008 год
2. ГОСТ Р 53113.1–2008 «Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов».
3. Ушаков И.А., Обнаружение инсайдеров в корпоративной компьютерной сети на основе технологий анализа Больших данных // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2019. № 4. С. 38–43.
4. Г.А. Орлов, А.В. Красов, А.М. Гельфанд, Применение Big Data при анализе больших данных в компьютерных сетях // Научные исследования Земли. — 2020. — Т. 12. — № 4. — С. 76–84. — DOI 10.36724/2409–5419–2020–12–4–76–84.
5. А.В. Красов, С.И. Штеренберг, Д.Р. Голузина, Методика визуализации больших данных в системах защиты информации для формирования отчетов уязвимостей // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. — 2018. — Т. 12. — № 10. — С. 36–40. — DOI 10.24411/2072–8735–2018–10154.
6. V.K. Fedorov, E.G. Balenko, S.I. Shterenberg, A.V. Krasov, Development of a method for building a trusted environment by using hidden software agent steganography // Journal of Physics: Conference Series, Vladivostok, 07–08 октября 2021 года. — Vladivostok, 2021. — P. 012047. — DOI 10.1088/1742–6596/2096/1/012047.
7. А.С. Салита, А.В. Красов, Создание стеганографического канала при помощи полей // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. — 2021. — № 2. — С. 36–40. — DOI 10.46418/2079–8199_2021_2_6.
8. I. Kotenko, K. Izrailov, A. Krasov, I. Ushakov, An approach for stego-insider detection based on a hybrid NoSQL database // Journal of Sensor and Actuator Networks. — 2021. — Vol. 10. — No 2. — DOI 10.3390/jsan10020025.
9. I. Kotenko, A. Krasov, I. Ushakov, K. Izrailov, Detection of stego-insiders in corporate networks based on a hybrid NoSQL database model // ACM International Conference Proceeding Series: 4, St. Petersburg, 26–27 ноября 2020 года. — St. Petersburg, 2020. — P. 3442612. — DOI 10.1145/3440749.3442612.
10. Штеренберг С.И., Стародубцев И.В., Шашкин В.С., Разработка комплекса мер для защиты предприятия от фишинговых атак // Защита информации. Инсайд. 2020. № 2 (92). С. 24–31.
11. Штеренберг С.И., Методика построения поисковой системы для примитивной программы адаптивного действия // Научные исследования Земли. 2015. Т. 7. № 4. С. 52–57.

© Красов Андрей Владимирович (krasov@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВНЕДРЕНИЯ И ВЫЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ SIEM-СИСТЕМЫ В СРЕДЕ ДОВЕРЕННОЙ ЗОНЫ¹

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR IMPLEMENTING AND IDENTIFYING THE EFFECTIVENESS OF A SIEM SYSTEM IN A TRUSTED ZONE ENVIRONMENT

A. Krasov

Summary. Classification of steganographic methods of information transformation is described in the basic model of threats to the security of personal data during their processing in personal data information systems, approved by the FSTEC of the Russian Federation in 2008. This technique will be useful for familiarization of all managers and heads of security services of organizations that plan to install a SIEM system. The article presents the results of work on the Grant-I B5/2020 project, proposals for improving the basic model.

Keywords: threat model, SIEM, trusted zone, machine learning, IPS/IDS.

Красов Андрей Владимирович

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
krasov@inbox.ru

Аннотация. Классификация стеганографических методов преобразования информации описана в базовой модели угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, утверждённой ФСТЭК РФ в 2008 году. Данная методика будет полезна для ознакомления всех руководителей и начальников служб безопасности организациях, которые планируют установить SIEM-систему. В статье приводятся результаты работы по проекту Грант-ИБ 5/2020, предложения по совершенствованию базовой модели.

Ключевые слова: модель угроз, SIEM, доверенная зона, машинное обучение, IPS/IDS.

Используемый для запуска методики специализированный стеганографический агент в целом подчиняется следующим обязательным правилам при создании:

1. Циклическое усовершенствование программы или ее алгоритма. Программа модифицирует себя, решает некоторую эталонную задачу и оценивает результат. На основе результата принимается решение о новом цикле модификации;
2. В случае агента такой подход может использоваться для модификации своего кода при переходе на новую машину и обхода таким образом антивирусов. При этом можно как менять существующий код, так и добавлять новый, который не несет смысловой нагрузки;
3. Программа может попытаться найти в ИС исходный код нового решения какой-то из своих функций, загрузить его, соответствующим образом изменить свой код с учетом новой реализации данной функции и попробовать откомпилировать, и проверить работу новой копии. Т.о. можно использовать агента, который со временем

будет сам находить лучшие решения проблем и использовать их в своей работе.

4. На основе этого для агента строится плановое выполнение мониторинга (рис. 1) для поддержания работоспособности стеганографической системы защиты ПО в организации.

Поставленная цель построения доверенной среды достигается тем, что в одном из выбранных способов [2,3] формируется массив для запоминания фрагментированных пакетов сообщения и массивы для запоминания параметров, выделенных из запомненных пакетов сообщений, принимают очередной пакет сообщения из канала связи, запоминают его, анализируют приоритетный пакет на обнаружение факта наличия или отсутствия компьютерной атаки, и при отсутствии компьютерной атаки, передают очередной пакет сообщения в информационно-вычислительную сеть, а в случае обнаружения компьютерной атаки, принимают решение о запрете передачи ЦВЗ в ОС Linux и удаляют ранее запомненные значения Hid-кода (скрытый код) сообщения из массивов, дополнительно в качестве выделен-

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант ИБ) в рамках научного проекта № 5/2020.

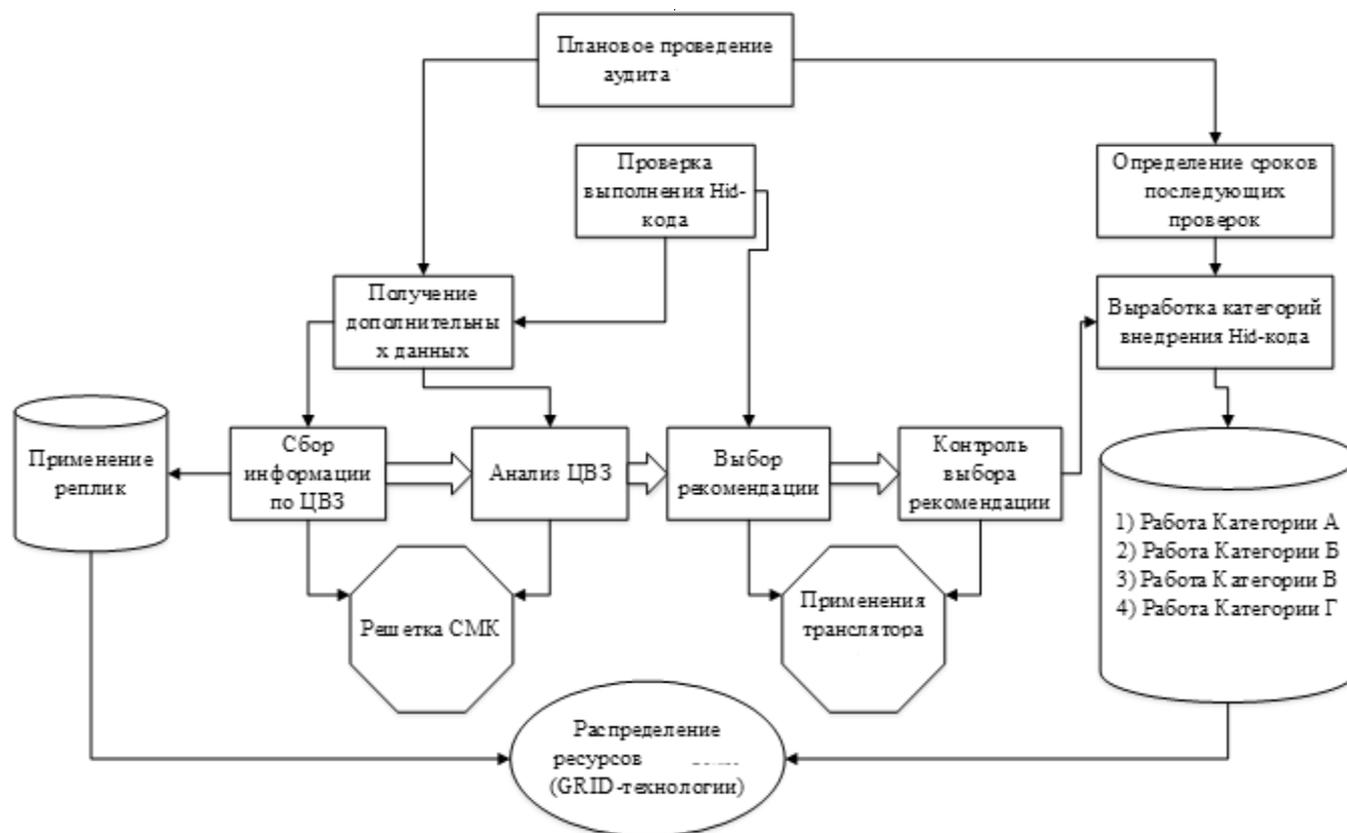


Рис. 1. Мониторинг ОС Linux среды работы агента

ных полей из запомненных пакетов сообщений используют поля данных: «Время жизни агента» {T}, «Опции» {O}, «IP адрес назначения» {D}, «IP адрес источника» {I}, которые запоминают в сформированных для них массивах. Реализация заявленной методики поясняется алгоритмом (рис. 2).

Подготовленное поле «Время жизни агента» определяет максимальное время существования дейтаграммы в сети. Поле «Опции» является необязательным и имеет переменную длину. Поддержка опций должна реализовываться во всех модулях IP (узлах и маршрутизаторах).

Далее подходит очередь для реализации конечного стеговложения информации. Основной элемент маркирования — образы ОС Linux. На данный момент выбран стандарт ISO-образ — это неформальный термин для обозначения образа оптического диска, содержащего файловую систему стандарта ISO 9660. Для маркирования задействованы все исполняемые и библиотечные файлы, связанные с ОС Linux. Для этого позднее будут разобраны концепции таблиц символов и строк файловой системы.

В языке низкоуровневого программирования Ассемблер понятие «эквивалентные инструкции» подра-

зует одиночные инструкции или последовательности инструкций, выполняющие одну и ту же операцию, и имеющие одинаковую длину. Если количество эквивалентных инструкций равно N , то при замене одной из этих инструкций на их эквивалент можно вложить $\log_2 N$ битов скрытого сообщения. Имея вышеперечисленные параметры, необходимо построить соответствующий алгоритм порядка действий, при котором будет показан общий путь стеговложения в защищаемой ОС Linux (см. рис. 3).

Классификация данных по типу и категориям

С анализом информации внутри компании отлично справляется такое средство мониторинга информации как SIEM-система. Данная система способна обрабатывать информацию с различных источников: межсетевые экраны, IPS/IDS, средства антивирусной защиты, сканеры уязвимости, системы контроля целостности, операционные системы и базы данных. На основе анализа данных из этих источников выявляются отклонения от нормального функционирования, заданного критериями безопасности, и в случае обнаружения происходит оповещение администратора безопасности [1].

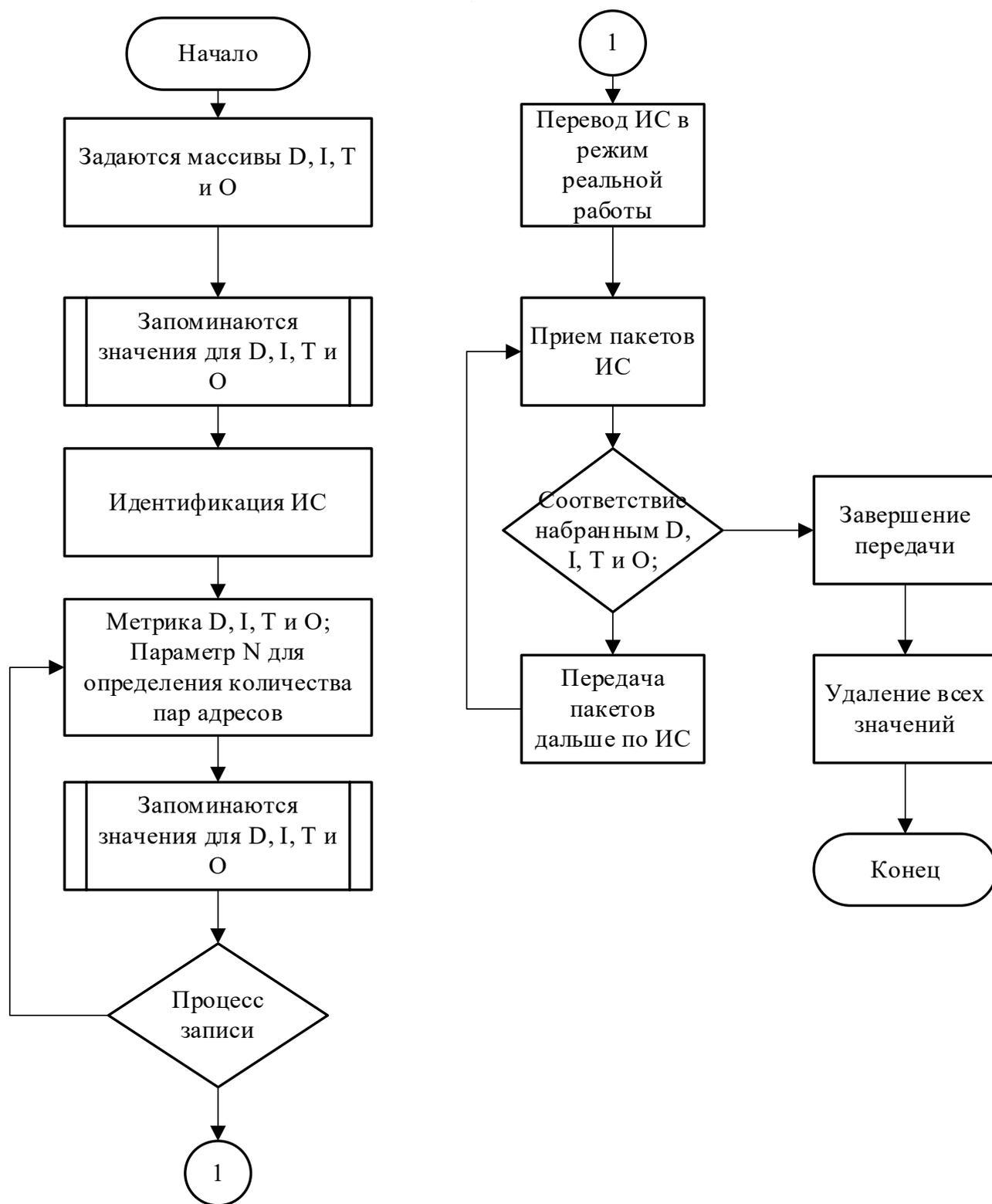


Рис. 2. Блок-схема алгоритма способа реализации протоколирования в агенте, функционирующем в ОС Linux



Рис. 3. Блок-схема.

б) алгоритма понижения рисков обнаружения стеговложения при использовании генерации агента.



Рис. 4. Классификация информации

При построении эффективной SIEM-системы необходимо определить и классифицировать информацию, которая будет обрабатываться данной системой, и ее значимость для компании. Для этого необходимо рассмотреть подробнее понятие информация и какой она бывает в отношении утечек и злоумышленников [2,3,6].

Для корректного определения обрабатываемых и хранящихся данных, особенно если речь идет о защите информации, необходимо обратиться к федеральному закону 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [4]. Данный федеральный закон разделяет информацию, в зависимости от степени доступа к ней, на общедоступную информацию, а также на информацию, доступ к которой ограничен федеральными законами. По порядку ее представления или распространения информацию можно

разделить на: информацию, свободно распространяемую;

1. информацию, которая в соответствии с федеральными законами подлежит предоставлению или распространению;
2. информацию, для которой запрещено или ограничено распространение на территории Российской Федерации.

Данные, которые следует считать информацией ограниченного доступа, можно определить надлежащим федеральным законом (к примеру, случаи с ПДн, банковской или адвокатской тайной), или же данная задача решается обладателем данных, который независимо систематизирует их в соответствии с описанным свойствам (коммерческая тайна или секреты производства) [5].

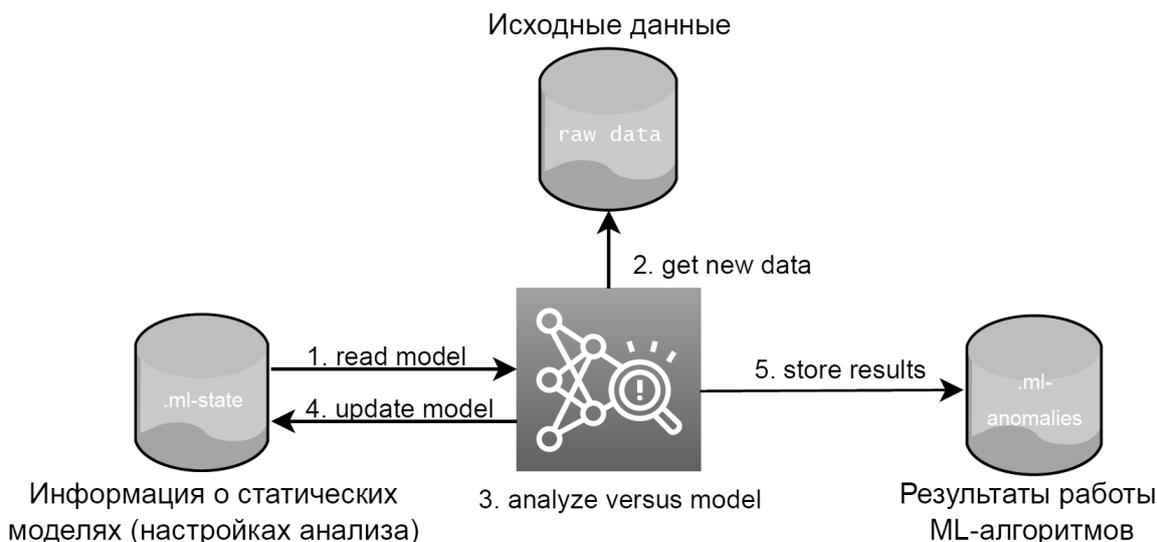


Рис. 5. Машинное обучение в Elasticsearch

Вне зависимости от подходящего метода соотношения имеющихся данных к информации ограниченного доступа, следует ясно осознавать условия и ограничения, предъявляемые к распространению таких данных, а также всю ответственность за вероятные утечки. Развертывание SIEM-системы в компании сможет помочь не только осуществить необходимые действия по защите информации, но также избежать неконтролируемое распространение конфиденциальных данных.

Также крайне важно то, что практически все SIEM-системы помогают реализовать ретроспективный анализ и организовать полноценное расследование в случае, если инцидент действительно случился. Принимаемые в настоящее время нормативные документы ФСБ России, ФСТЭК России, Банка России (в особенности по вопросам предоставления защищенности критически важных ИС) как правило учитывают обязательное внедрение процессного подхода к построению систем защиты информации и мониторинга событий. Значительная часть заинтересованности при этом уделяется обработке инцидентов и разбору последствий от реализованных утечек. Данная политика в результате обязана послужить причиной неотвратимости наказания, минимизации ущерба и снижению рисков повторения инцидентов [7–9].

Возможность оценки рисков с помощью машинного обучения

Машинное обучение в SIEM-системах может предоставить некие «рекомендации» для действий в будущем, основанные на опыте предыдущих событий, которые взяты с разных компонентов информационной инфраструктуры.

Машинное обучение открывает для компании весьма большие возможности. Как и любая другая технология, машинное обучение требует грамотного управления. Чтобы получить корректно работающую систему, необходимо обучить систему с помощью алгоритмов. Алгоритмы необходимо обрабатывать на входных данных и анализировать. Иначе говоря, необходимо предоставить системе качественную выборку данных и объяснить, как ее обработать, а затем убедиться в том, что система выдвигает правильные гипотезы по отношению к тем или иным явлениям. На рисунке 5 отражен алгоритм машинного обучения:

Алгоритмы машинного обучения делятся на две категории — «с учителем» и «без учителя». Для алгоритмов «без учителя» не нужна первоначальная выборка данных. Для алгоритмов «с учителем» систему нужно обучать с помощью различных методов. В Elastic Stack используется алгоритм из категории «с учителем» [19]. Процесс обучения и анализа эффективности работы модели строится на основе вышеприведенной схемы, состоящей из четырех этапов (Рисунок 6):

1. Определить задачу для ML. Необходимо понять, что модель должна выявлять, установить тип обучения.
2. Выбрать и преобразовать исходные данные. Необходимо подготовить набор данных, на котором модель будет обучаться.
3. Обучить и оценить модель.
4. Использовать обученную модель и прогнозировать.

В Elastic Stack основными возможностями машинного обучения являются:

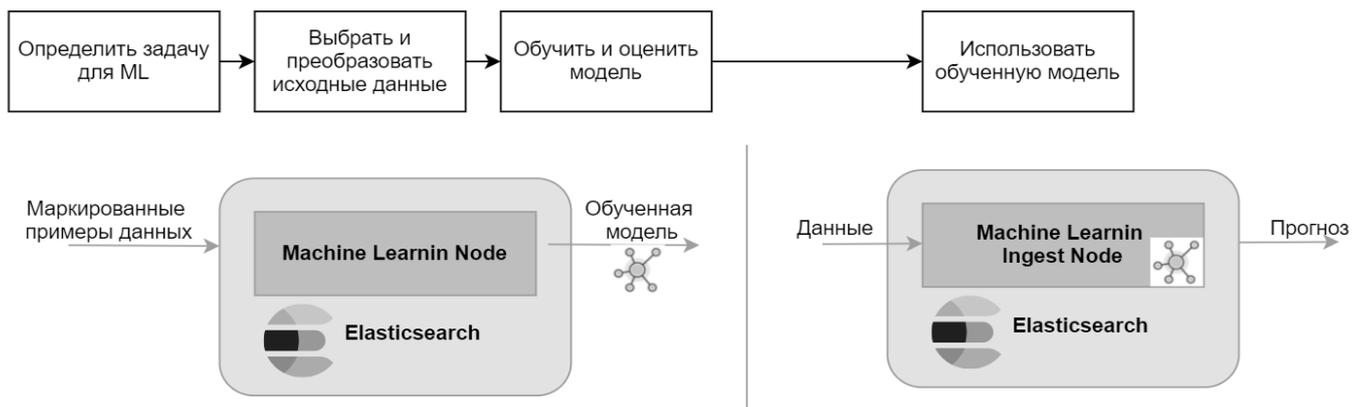


Рис. 6. Общий подход при работе с машинным обучением

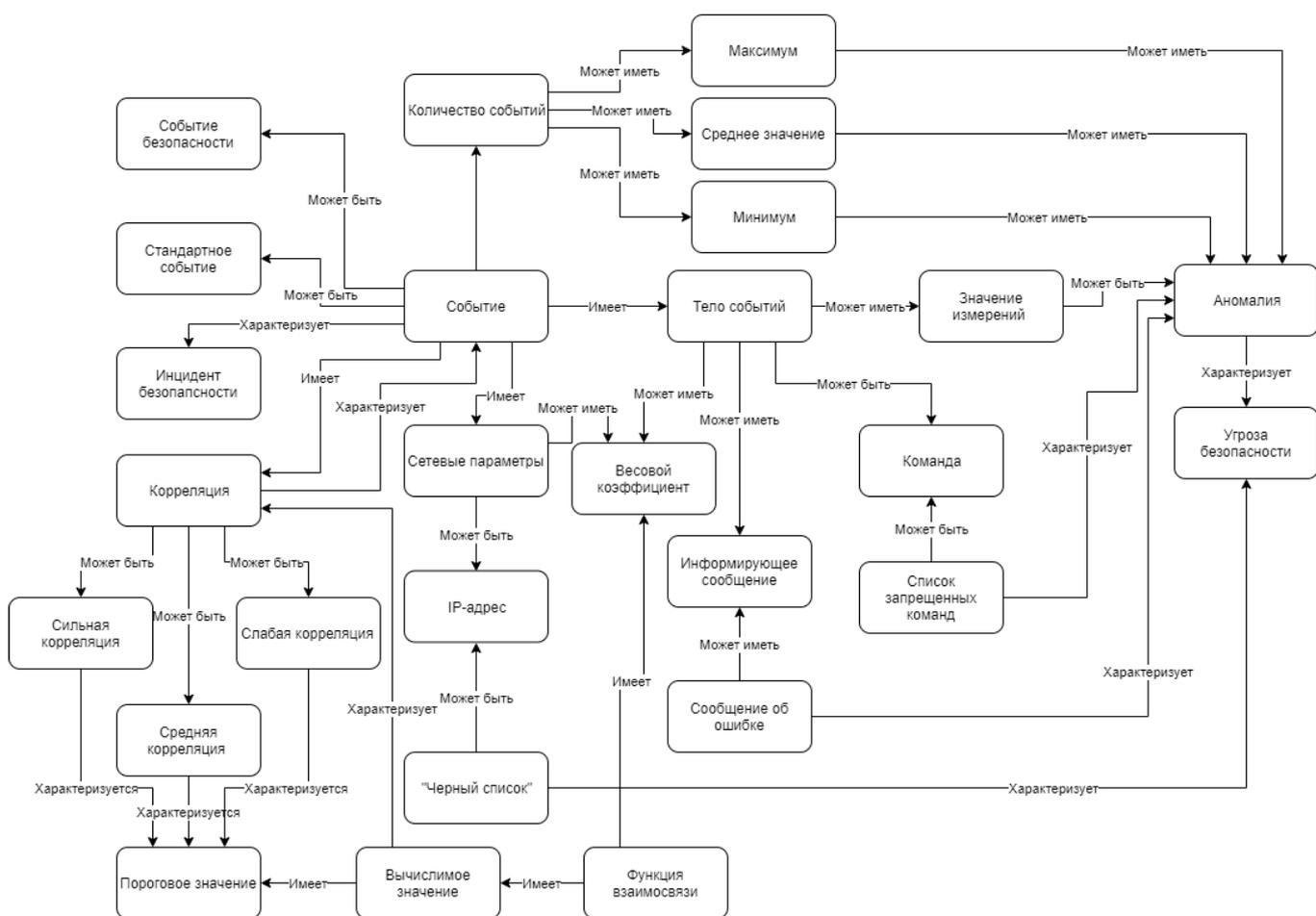


Рис. 7. Модель выявления угроз безопасности в SIEM-системе

- ♦ выявление аномалий (в режиме онлайн и с отправкой оповещений);
- ♦ прогнозирование (максимум на 8 недель вперед) [19].

Алгоритм машинного обучения изучает данные из индексов Elasticsearch. При этом управлять заданиями для анализа можно как через веб-интерфейс Kibana, так и через API.

Изучив возможности стека Elastic Stack, можно сделать вывод, что с помощью встроенных инструментов данной SIEM-системы можно разработать методику оценки рисков.

Предлагаемая методика

Преимуществом SIEM-систем является то, что они способны выявлять и в дальнейшем проводить расследование инцидентов безопасности. Для этого они используют механизм корреляции событий. Механизм корреляции заключается в том, что система ищет общие атрибуты событий и связывает события в значимые кластеры. Центральными концептами являются «событие» (как основная единица работы SIEM) и «угроза безопасности». В системе также целесообразна корреляция событий на основе правил, заключающаяся в создании «шаблонов» событий, при соответствии которым события маркируются как небезопасные и SIEM-система генерирует уведомление об инциденте безопасности. Для обнаружения аномалий в количестве событий и в значениях измерений, передаваемых в теле событий, целесообразен статистический подход [12].

Следовательно, для выявления аномалий и угроз безопасности к SIEM-системе формируются следующие требования:

- ♦ корреляция событий на основе правил;
- ♦ корреляция событий на основе статистических методов.

В работе [3,6,10] была описана и отражена в виде схемы модель выявления угроз безопасности (Рисунок 7).

В области управления рисками активно распространяются модели машинного обучения, но препятствуют этому чрезмерные трудозатраты и материальные издержки, связанные с внедрением и поддержкой. Сложнее всего — подготовить для модели выборку для обучения. Ниже приведены требования, которым должна отвечать обучающая выборка:

- ♦ достаточный объем выборки (если отсутствуют универсальные критерии достаточности);
- ♦ историчность (не менее года);
- ♦ однозначность классификации наблюдений на основе специально разработанных правил,

которые наиболее применимы к выборке и соответствуют целям применения модели;

- ♦ однородность статистики [12].

Благодаря SIEM-системе, можно не просто выявить аномальные события, но и спрогнозировать их появление в будущем. Ниже будет описан алгоритм выявления аномалий и их прогнозирование [9].

В процессе анализа важным аспектом является выявление тенденций и закономерностей. При использовании anomaly-detection заметные тенденции данных определяются автоматически после нескольких циклов, с применением тенденции линейного роста и циклических гармоник [14]. Чем больше данных будет подано в систему, тем точнее будет прогнозирование. По мере увеличения данных функция распределения вероятности станет более полной и гибкой.

В Elastic Stack аномалия — отклонение значения контролируемой функции от рассчитанных нормальных границ. Чем менее вероятно такое отклонение, тем более высокий уровень критичности получит аномалия. Движок машинного обучения использует сочетание разных алгоритмов: кластеризация, различные типы декомпозиции временных рядов, байесовское иерархическое моделирование и корреляционный анализ.

В Elastic Stack возможен анализ аномалий трех видов: анализ одной метрики (Single Metric), анализ нескольких метрик (Multi Metric), анализ корреляции метрик (Population-анализ).

В первых двух видах каждая метрика анализируется в изолированной среде, то есть поведение иных метрик не учитывается. Чтобы включить в расчеты корреляцию различных метрик, используется Population-анализ. Анализ изменений одной единственной метрики — самый простой способ. После создания, алгоритм сразу же начинает искать аномалии.

Параметр Aggregation устанавливает подход к поиску аномалий [14]. Например, при значении «Min» аномальными будут считаться значения ниже типичных. Параметр Bucket span отвечает за гранулярность промежутков событий на таймлайне, по которым будет вестись анализ. Можно довериться автоматическому значению или выбрать вручную. При слишком низкой гранулярности можно пропустить аномалию. В таблице 1 указаны примеры значений параметра Bucket span и графики, выводимые при этих значениях.

Для эффективного анализа очень важно правильно выставить длительность собранных данных. В ходе анализа алгоритм старается выявить повторяющиеся

Таблица 1. Значение Bucket span и соответствующие графики

| Значение параметра Bucket span | Пример графика |
|--------------------------------|----------------|
| 5 минут | |
| 15 минут | |
| 60 минут | |

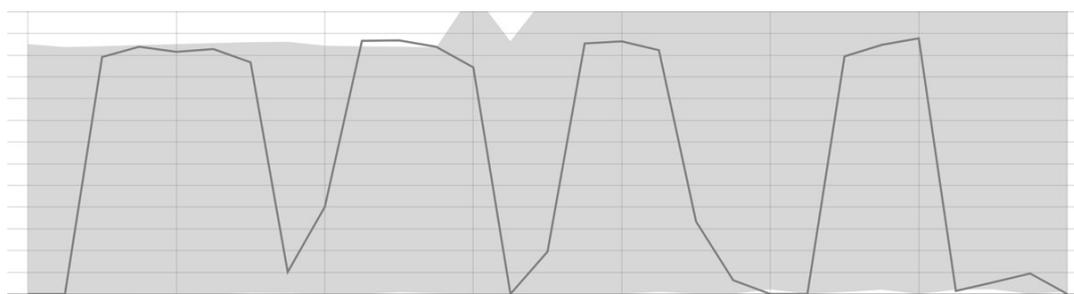


Рис. 8. Пример графика с базовыми линиями при небольшом отрезке данных

промежутки и рассчитать доверительные промежутки. На основании этого он выявляет аномалии — нетипичные отклонения от обычного поведения метрики. Например, на рисунке 8 отображены базовые линии при небольшом отрезке данных:

После нескольких циклов алгоритм сокращает вероятность отклонения от нормы. На рисунке 9 отображены линии после того, как алгоритм распознал закономерности.

После запуска задания машинного обучения алгоритм определяет аномальные отклонения от нормы и ранжирует их по вероятности аномалии.

Таким образом, методика оценки рисков с использованием SIEM-системы может состоять из следующих этапов:

1. Определение материальных и нематериальных активов.
2. Подготовка SIEM-системы, настройка необходимых индексов в SIEM-системе.
3. Настройка интеграции SIEM-системы с компонентами информационной инфраструктуры.
4. Настройка заданий для обнаружения аномалий, выбор необходимых метрик для отслеживания, установка пороговых значений.
5. Мониторинг событий, аномалий, инцидентов информационной безопасности в SIEM-системе, исследование причин возникновения, построение возможных тактик реализации угроз.

Анализ вероятности возникновения и уровень критичности аномалии и инцидента информационной безопасности в SIEM-системе.

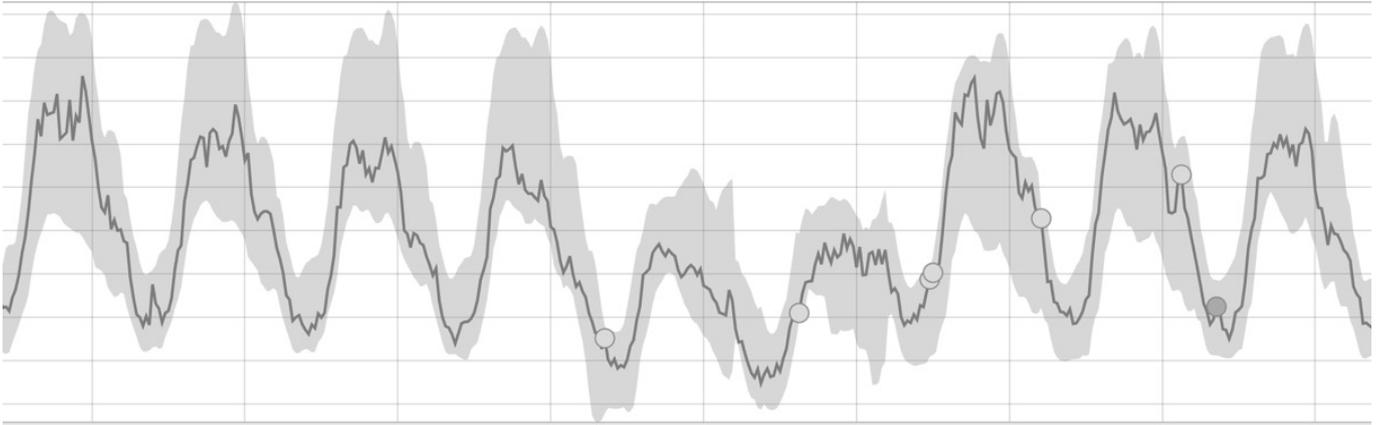


Рис. 9. Пример графика спустя несколько циклов

Заключение

В последствии была предложена методика оценки рисков с использованием анализа событий в SIEM-системе. На практическом примере в системе Elastic Stack было продемонстрировано, как система способна вы-

являть аномальную активность, рассчитывать уровень критичности событий и производить прогноз событий в будущем. Благодаря данной системе можно получить более детальное описание и характеристики событий, что в последствии можно использовать в процессе оценки рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (выписка). ФСТЭК России, 2008 год
2. ГОСТ Р 53113.1–2008 «Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов».
3. Штеренберг, С.И. Разработка методики построения доверенной среды на основе скрытого программного агента. Часть 1. исследование / С.И. Штеренберг, А.В. Красов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. — 2021. — № 2. — С. 14–20. — DOI 10.46418/2079–8199_2021_2_2.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020617876 Российская Федерация. Модель угроз и нарушителя: № 2020616749: заявл. 29.06.2020: опубл. 15.07.2020 / А.В. Красов, А.А. Миняев, А.И. Пешков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ).
5. Красов А.В., А.М., Гельфанд А.М., Коржик В.И. [и др.]. Построение доверенной вычислительной среды. СПб: Индивидуальный предприниматель Петрив Роман Богданович, 2019. — 108 с. — ISBN978–5–6043143–2–6.
6. Штеренберг С.И., Красов А.В., Разработка методики построения доверенной среды на основе скрытого программного агента. Часть 2. Тестирование и оценка эффективности // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2021. № 3. С. 3–8.
7. Шелухин О.И., Канаев С.Д. Стеганография. Алгоритмы и программная реализация. М.: Горячая линия — Телеком, 2017, — 592 с.
8. Буйневич М.В., Израйлов К.Е. Антропоморфический подход к описанию взаимодействия уязвимостей в программном коде. Часть 1. Типы взаимодействий // Защита информации. Инсайд. 2019. № 5 (89). С. 78–85.
9. Ушаков И.А., Обнаружение инсайдеров в корпоративной компьютерной сети на основе технологий анализа Больших данных // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2019. № 4. С. 38–43.
10. Штеренберг С.И., Данилова Ю.С., Разработка методики внедрения и выявления эффективности siem-системы // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. № 3. С. 40–45.
11. Сагдеев А.К., Штеренберг И.Г., Штеренберг С.И., Виноградова О.М., Разработка блока обнаружения и коррекции ошибок для устройства диагностирования каналов передачи цифровой информации // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. № 1. С. 15–24.
12. Миняев А.А., Красов А.В., Сахаров Д.В., Метод оценки эффективности системы защиты информации территориально-распределенных информационных систем персональных данных // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 2: Искусствоведение. Филологические науки. 2020. № 1. С. 29.

13. Е.А. Дешевых, И.А. Ушаков, А.А. Чечулин, Интеграция SIEM-систем с системами корреляции событий безопасности, основанных на технологии больших данных // Информационные технологии в управлении (ИТУ-2016) Материалы 9-й конференции по проблемам управления. Председатель президиума мультikonференции В.Г. Пешехонов. — 2016. — С. 684–687.
14. Штеренберг С.И. Обнаружение вторжений в распределенных информационных системах на основе методов скрытого мониторинга и анализа больших данных / диссертация. канд. техн. наук, г. Санкт-Петербург, 2018. — 182 с.

© Красов Андрей Владимирович (krasov@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСКРОЯ РУЛОННОГО ПОЛУФАБРИКАТА ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ АГРЕГАТОВ ПРОДОЛЬНОЙ РЕЗКИ С УЧЕТОМ ПОТРЕБЛЕНИЯ НА СЛЕДУЮЩЕМ ЭТАПЕ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ЦЕХА ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

**SOLUTION OF THE PROBLEM
OF CUTTING A ROLL
SEMI-FINISHED PRODUCTS FOR SEVERAL
SLITTING UNITS, ACCORDING TO
THE CONSUMPTION AT THE NEXT
STAGE OF PRODUCTION FOR THE SHOP
OF BENT PROFILES**

**O. Kuznetcova
K. Harahnin**

Summary. This article is devoted to solving the problem of finding the optimal set of coil cuts for several cutting units at a metallurgical enterprise based on a mathematical model; a random search algorithm using the simplex method is used to solve the problem. The complexity of the problem increases with the number of input elements and belongs to the class of NP-hard problems. Criteria for evaluating the effectiveness of planning solutions are given, restrictions on the search problem are formulated, and a search algorithm is developed.

Keywords: search algorithm, cutting unit, metallurgical enterprise, coil cutting.

Кузнецова Оксана Юрьевна

Соискатель, Череповецкий государственный университет

oukuznetcova@severstal.com

Харахнин Константин Аркадьевич

К.т.н., доцент, Череповецкий государственный университет

harahninka@chsu.ru

Аннотация. Данная статья посвящена решению задачи поиска оптимального набора раскроев рулонов для нескольких агрегатов резки на металлургическом предприятии на основании математической модели, для решения задачи применяется алгоритм случайного поиска с применением симплекс-метода. Сложность задачи возрастает с увеличением количества входных элементов и относится к классу NP-сложных задач. Приводятся критерии оценки эффективности решения планирования, сформулированы ограничения задачи поиска, а также разработан алгоритм поиска.

Ключевые слова: алгоритм поиска, агрегат резки, металлургическое предприятие, раскрой рулонов.

Введение

На сегодняшний день металлургические предприятия работают в условиях жесткой конкуренции, что в свою очередь приводит к высоким требованиям не только к качеству выпускаемой продукции, но и снижению внутренних издержек при строгом соблюдении сроков поставок по всем заказам предприятия. Эти требования обуславливают постоянное совершенствование систем планирования предприятия на всех уровнях, в том числе и системы формирования детальных расписаний, в которых формируются графики, позволяющие выполнить обязательства предприятия перед потребителями с учетом внутренних издержек. Перед планировщиком цеха гнутых профилей стоит задача своевременно обеспечить поступление входной заготовки — штрипса — для производства гнутых профилей в условиях малого наличия на складах

перед агрегатами резки и при этом минимизировать обрезь при порезке рулона в штрипс.

Управление ресурсами предприятия осуществляется системами различных уровней, за производственное планирование отвечают ERP (Enterprise Resource Planning) и APS (Advanced Planning and Scheduling) системы (рисунок 1). При этом ERP системы работают на более высоком уровне, формируя из всего списка заказов (портфеля заказов) объемный график производства на заданный период — блочный план. Блочный план определяем рекомендуемые диапазоны дат для производства определенного вида трубной продукции. Помимо блочного плана для построения точной очередности заданий на порезку и прокатку нужно понимать обеспечен ли каждый блок производства входной заготовкой, если заготовки недостаточно, то блочный план не будет выполнен. Для этого пла-

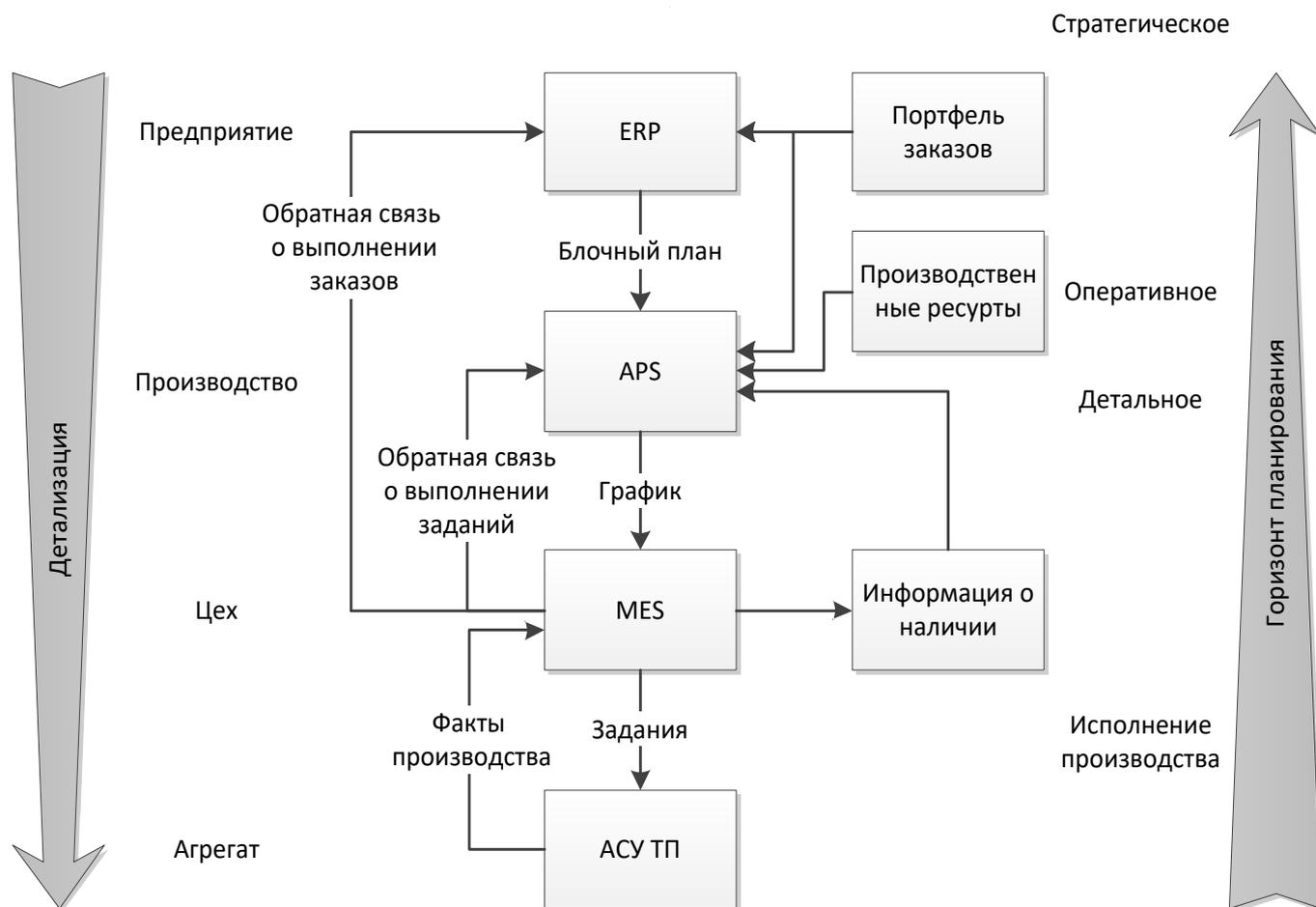


Рис. 1. Схема взаимодействия уровней планирования

нировщику нужно анализировать текущее наличием рулонов и заготовок — входных элементов для производства трубной продукции. Данные о наличии рулонов и заготовки на складах поступают планировщику из MES (Manufacturing execution system) системы в APS. На основании этих данных детальный планировщик анализирует фактическое наличие рулонов и заготовок на складе, а также текущий список заданий на каждом переделе, которым управляет. Для каждого задания в система рассчитан объем заготовки, которого не хватает для выполнения этого задания. Этот объем планировщик должен получить в результате порезки рулонов на штрипсы с параметрами, подходящими под это задание. Таким образом, известно какие рулоны есть на каждом участке, и какой объем штрипсовой заготовки требуется для обеспечения выполнения графика производства трубы. На основании этих данных планировщик формирует набор раскроев, обеспечивающих получение штрипсовой заготовки из рулонов на складе с учетом всех технологических ограничений. Последовательность раскроев определяет график порезки, который передается в производство в MES и АСУ ТП.

Задача детального планировщика состоит не только в том, чтобы сформировать исполнимое расписание с учетом всех ограничений, но и минимизировать потери производства на этапе выполнения заказов. Таким образом, при формировании расписания порезки планировщик не только решает задачу поиска оптимального раскроя, но и стремится сформировать расписание с учетом сроков поставки по выполняемым заказам.

Актуальность проблемы

Задаче поиска оптимального раскроя посвящено большое количество исследований различных ученых: Кантарович Л.В., Залгаллер В.А.[1], Гомори Р.[2,3], Гонгорра Р. В этих работах задача предложены методы решения задач раскроя с различными постановками и спецификой. Часть методов относится к методам линейного программирования. Но на практике не все задачи поиска раскроя являются линейными. Описанная производственная задача осложняется наличием нелинейных целей, что не позволяет решать ее напрямую методами линейного программирования. Описанная производ-

ственная задача относится к классу многомашинных задач с двухстадийным производством, т.к. сначала выполняется порезка рулона в штрипс, а затем из штрипса производится труба. Порезка может выполняться на различных агрегатах. Кроме того, если рассматривать график порезки с точки зрения обеспечения полуфабрикатом последующих операций производства трубного сортамента, то возникают дополнительные цели по обеспечению выполнения графика прокатки. Оптимальный план, с точки зрения раскроя, не всегда соответствует потребности в заготовке, полученной при порезке, на следующем переделе. Таким образом, требуется синхронизация графика потребления заготовки и раскроя с учетом этого потребления. С учетом задачи по минимизации наличия на складах и ограниченности ресурсов планировщик должен иметь возможность формировать график из текущего наличия рулонной заготовки на складах и потребности в штрипсе в первую очередь для ближайших заданий прокатного отделения. При наличии нескольких параллельно работающих агрегатов резки, обеспечивающих несколько параллельных агрегатов по производству труб, находящихся на разных участках, задача усложняется формированием загрузки с обеспечением эффективной логистики перемещений между агрегатами внутри разных участков. В совокупности задача является трудоемкой для ручного решения и требует соответствующей системы поддержки, позволяющей осуществлять поиск решения с учетом всех ограничений и поставленных целей.

Постановка задачи

Задача составления расписания порезки является многопараметрической задачей оптимизации, учитывающей размер кампании порезки, обрезь при порезке, перемещения между агрегатами, а также запаздывание поступления полуфабриката после порезки для следующего передела. При формировании расписания необходимо учитывать технические параметры агрегатов: максимальный вес входного рулона, максимальная ширина входного рулона, количество полос в схеме раскроя максимальное и допустимое, а также ограничения на выходе: максимальный вес штрипса на выходе, максимальная ширина штрипса для агрегата.

Разработаем математическую модель задачи поиска оптимального набора раскроев. Пусть на складах имеются рулоны с различными характеристиками: марка, толщина, ширина, вес рулона. Рулоны с одинаковыми характеристиками объединим в партии P . При порезке рулонов и дальнейшем производстве трубы последовательность обработки рулонов одной партии не важна, т.к. рулоны одной партии обладают одинаковыми характеристиками, то нет разницы какой рулон

из партии будет порезан первым, а какой последним. Это позволит снизить вариативность задачи. Имеется множество заказов на трубу Z , каждый заказ потребляет заготовку с определенными характеристиками. На каждом заказе определена дата операции производства трубы — потребления штрипсов заготовки. Планировщику необходимо сформировать на основании заказов Z и наличия рулонов P такой набор раскроев X^* , при котором достигается максимум целевой функции F при выполнении всех ограничений задачи.

Введем следующие обозначения:

z_i — i -тый заказ.

$z_i.Width$ — ширина заготовки для i -того заказа.

$z_i.Quantity$ — объем для i -того заказа.

$z_i.KDatePlanned$ — дата производства для i -того заказа.

p_j — j -тая партия заготовки.

$p_j.Width$ — ширина рулонов j -той партии рулонов.

$p_j.Quantity$ — объем j -той партии.

$p_j.Nr$ — количество рулонов j -той партии.

x_k — k -тый раскрой.

$x_k.Width$ — ширина k -того раскроя.

$x_k.Nr$ — количество рулонов k -того раскроя.

$MinQuantity$ — минимальный объем раскроя.

l — количество раскроев.

c_t — вес критерия оценки.

F_{iter} — значение целевой функции на итерации $iter$

$$f_1 = \sum_{k=1, j=1}^{l, m} p_{jk}.Width - x_k.Width \rightarrow \min \quad (1.1)$$

$$f_2 = \sum_{k=1, i=1}^{l, n} z_i.Quantity - x_{ik}.Quantity \rightarrow \min \quad (1.2)$$

$$f_3 = \sum_{k=1}^l x_k.Quantity / l \rightarrow \max \quad (1.3)$$

$$f_4 = \frac{\sum_{k=1, i=1}^{l, n} (z_i.Quantity - x_{ik}.Quantity) * z_i.KDatePlanned}{z_i.Quantity} \rightarrow \min \quad (1.4)$$

Формулы (1.1–1.4) являются ключевыми показателями эффективности (КПЭ) итогового решения f_1, f_2, f_3, f_4 . t — количество ключевых показателей.

$$F = \sum_{t=1}^4 c_t * f_t \rightarrow \max \quad (2)$$

Целевая функция (2) — оценка итогового плана с учетом весов КПЭ, систему ограничений описывают формулы (3).

$$p_j.Width - x_{jk}.Width \geq 0 \quad (3.1)$$

$$z_i.Quantity - x_{ik}.Quantity \geq 0 \quad (3.2)$$

$$p_j.Nr - x_{jk}.Nr \geq 0 \quad (3.3)$$

$$x_k.Quantity \geq MinQuantity \quad (3.4)$$

Теоретическая часть

Целевая функция F не является полностью линейной, при этом сформулированная задача может быть сведена к задаче линейного программирования. Для этого вместо l — количества раскроев, параметра зависящего от решения введем константу l_{const} которая не будет зависеть от решения задачи. В качестве значения l_{const} используем среднее количество формируемых раскроев на группе оптимизации. На каждом шаге будем корректировать это значение будем брать значение количества раскроев текущее $l_{current}$ и увеличивать его на l_{const} таким образом $l = l_{current} + l_{const}$.

В общем виде задачи линейного программирования имеет детерминированный алгоритм решения, линейное программирование позволяет снизить размерность задачи. Т.е. алгоритмы поиска являются достаточно быстрыми.

Анализ входных данных показывает, что в данном случае количество вариантов не позволяет применять детерминированные методы на всем наборе входных данных. Кроме того, решение задачи стандартным методом при наличии нелинейной цели может привести к тому, что найденное решение не будет соответствовать поставленной задаче. Эти особенности требуют дополнительно проверки решения на соответствие поставленной задаче.

В последнее время особой популярностью пользуются генетически алгоритмы поиска оптимальных решений. Особенностью генетических алгоритмов является использование вероятностных правил выбора элементов, поиск ведется из различных начальных точек. Применим эти подходы для решения поставленной задачи

Для решения задачи будем использовать комбинированный метод случайного поиска и симплекс метода, как наиболее распространенного метода решения задачи линейного программирования. Будем выбирать набор партий и заказов с учетом вероятности и на выбранном наборе будет выполняться поиск с помощью симплекс-метода. После чего будет производиться оценка решения на всем наборе данных. Если она лучше предыдущей оценки, то решение будет применено. При этом в любом случае каждая партия из набора шага получит оценку эффективности и увеличит счетчик использования партии при поиске. Это позволит чаще выбирать те партии, которые ранее не использовались, а также учитывать их эффективность при следующем выборе набора для поиска решения. Не следует забывать, что выбор только часто выбираемых в решение элементов, может привести к ограниченности реше-

ния, поэтому, как и в генетических алгоритмах, будем добавлять случайные элементы.

Поиск будет завершён при выборе всех партий на одном шаге либо при достижении условия выхода из алгоритма.

Алгоритм решения

Для решения задачи необходимо разбить партии P и заказы Z на непересекающиеся подмножества G , это позволит разбить задачу на группы оптимизации и искать решение на каждом подмножестве — группе оптимизации. Группы не могут пересекаться друг с другом в части элементов комбинирования — партий или заказов. Т.е. заказ Z из подгруппы G не может быть скомбинирован с заказами другой группы и на рулонах другой группы. Возьмем разбиение по марке стали. Если марка стали партии не соответствует параметрам заказа, то они не могут быть скомбинированы в одном раскрое.

Т.к. даже одна группа оптимизации может иметь большое количество элементов, то будем искать решение не на всей группе, а только на ее части — подгруппе оптимизации. На каждой подгруппе будем находить набор раскроев — решение задачи комбинирования заказов на рулоне с учетом всех ограничений. Подгруппы оптимизации пересекаются между собой с целью обеспечения наиболее равномерного использования входных элементов за счет вероятностного подхода в выборе элементов подзадачи.

Таким образом, входными данными для подзадачи будут являться часть рулонов и заказов группы оптимизации, обрабатываемой на текущей итерации по группам.

Алгоритм решения подзадачи приведен на рисунке 3.

Группы последовательно перебираются до достижения остановки алгоритма. Внутри группы оптимизации g выбирается опорный элемент — якорь. Опорный элемент будем выбирать с учетом вероятности из двух возможных вариантов. Сначала выбирается цель текущей итерации: улучшить решение и уменьшить штраф или поиск на случайном наборе. В зависимости от этого будем выбирать опорный элемент. В первом случае якорем будет элемент, для которого возможен максимальный прирост итогового КПЭ. Таким образом, в первом случае для улучшения решения будем выбирать заказ, дающий максимальное улучшение, а для уменьшения штрафа в качестве якоря выберем схему раскроя с максимальным суммарным штрафом за недостающий объем кампании. Для второго варианта якорем

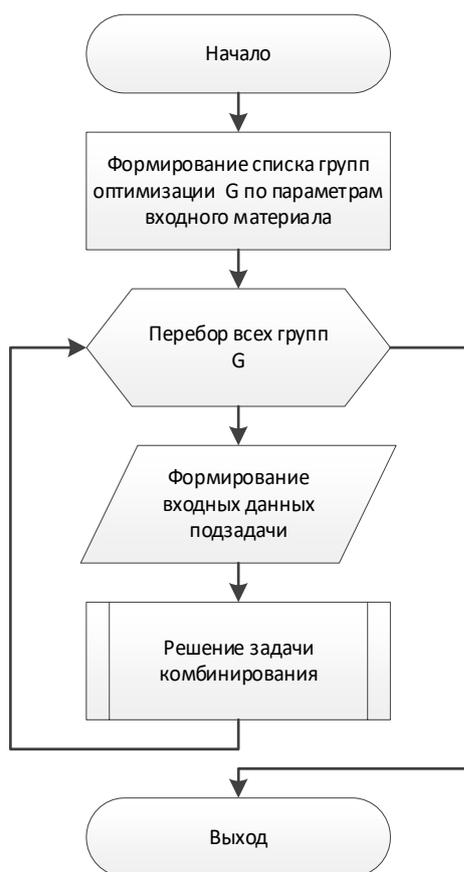


Рис. 2. Алгоритм обработки подзадач

является случайный элемент. Для опорной точки выберем окружение — текущее решение и добавим дополнительные элементы с учетом типа текущей итерации и вероятностных оценок элементов.

На сформированном наборе элементов выполним поиск с помощью симплекс метода и проверим решение на всем наборе. Если решение на всем наборе показывает улучшение целевой функции по сравнению со значением целевой функции после предыдущей итерации $F_{iter} > F_{iter-1}$, то решение будет применено. Счетчики элементов $p_j.Used$ и $p_j.Selected$, выбранных для поиска, будут увеличены на 1 для каждой партии выбранного набора элементов. Если на полном наборе решение не улучшилось, т.е. $F_{iter} \leq F_{iter-1}$, то пометим партии, выбранные в решение увеличив счетчик $p_j.Used$ на 1 для каждой партии. В следующий раз элементы с большим $p_j.Selected$ будут выбраны с большей вероятностью. Нужно отметить, что увеличение вероятности не означает выбор именно этих партий. Для реализации выбора с учетом вероятности будем использовать отбор, в основе которого лежит колесо рулетки [4]. Этот метод отбора имеет случайную составляющую, что позволит не скатиться в локальный оптимум.

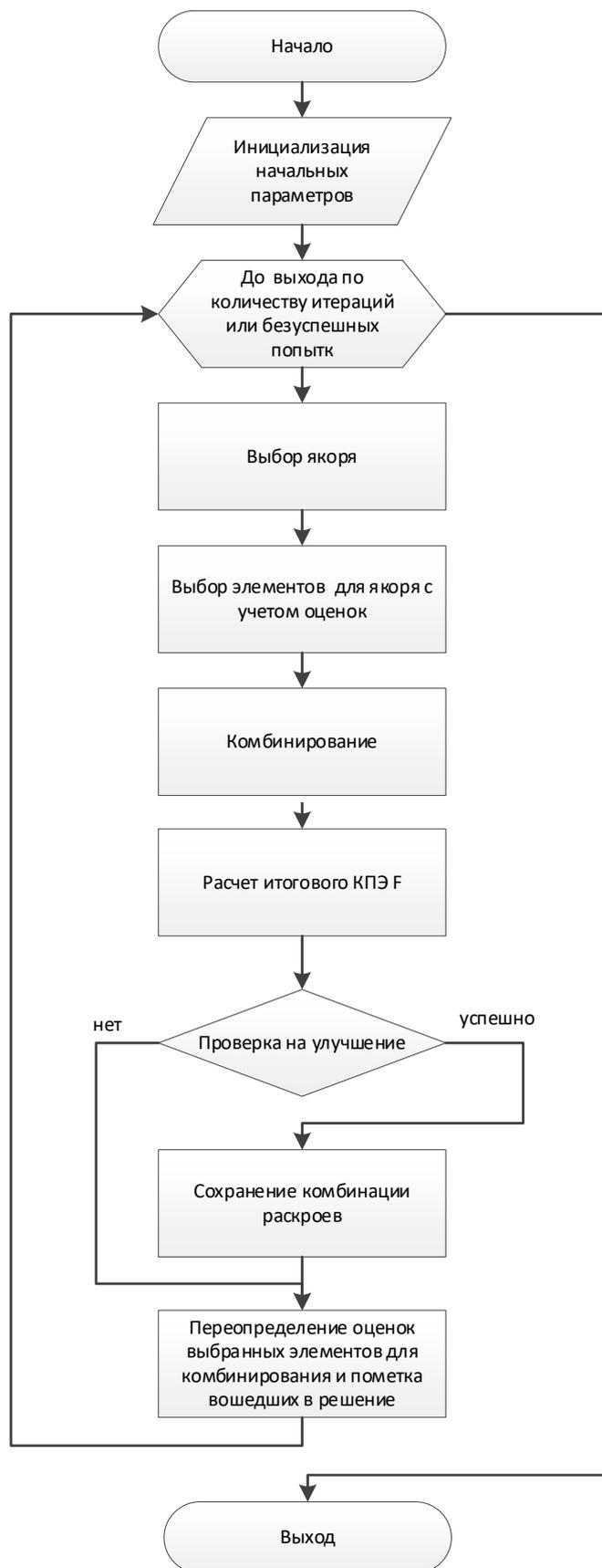


Рис. 3. Алгоритм решения подзадачи

В случае с итерацией со случайными элементами будут выбраны элементы, которые использовались реже всего, т.е. p_j . Used. Это позволит последовательно использовать различные элементы одной подгруппы.

После перебора всех групп оптимизации получаем набор схем порезки, связанных с заказами и рулонами. Схемы порезки X сформированы с учетом минимизации ожидания. Из полученных раскроев формируется последовательность порезки, последовательно выбирая раскрои с ближайшими к выполнению заказами.

Выводы

Перед планировщиком стоит сложная многокритериальная задача оптимизации, которую приходится решать ежедневно в условиях быстроменяющейся ситуации с наличием входных рулонов и заказов, а также изменения доступности оборудования. Большая размерность задачи приводит к ошибкам и снижению показателей эффективности. Для решения поставленной задачи предложен алгоритм, который анализирует весь набор входных данных, и с учетом критериев оптимальности и ограничений строит исполнимый набор схем порезки. Предложенный комбинированный ме-

тод поиска оптимального решения позволяет находить решение на большом наборе данных за счет итераций на небольших подзадачах с возвратом к предыдущему решению при отсутствии улучшения по итоговому КПЭ. Разница в формулах расчета, вызванная необходимостью линеаризации, между КПЭ основной модели данных и оптимизатора может оказывать влияние на решение, но это влияние снижается также за счет проверки решения в основной модели на большом количестве итераций. Каждая итерация выполняется быстро за счет применения детерминированного алгоритма. Чтобы не попасть в локальный оптимум используется случайный подход при выборе элементов для комбинирования. Использование результатов предыдущих итераций позволяет сделать поиск более быстрым. Проверка корректности решения проводилась на тестовых наборах данных — бенчмарках. Бенчмарки созданы планировщиками и содержат в себе максимально эффективное решение, которое смогли найти планировщики вручную для проверки корректности работы оптимизатора. Решение с учетом весов заложенных для каждого КПЭ, полученное с применением комбинированного алгоритма, во всех случаях не хуже решения пользователя, а в части бенчмарков лучше решения пользователя. Все наложенные ограничения также соблюдаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Канторович Л.В., Залгаллер В.А. Рациональный раскрой промышленных материалов. — Новосибирск: Наука, 1971.
2. P.C. Gilmore, R.E. Gomory. A linear programming approach to the cutting-stock problem // Operations Research. — 1961. — № 9. — С. 849–859.
3. P.C. Gilmore, R.E. Gomory. A linear programming approach to the cutting-stock problem — Part II // Operations Research. — 1963. — № 11. — С. 863–888.
4. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. — М.: Горячая линия Телеком, 2006. 452 с.

© Кузнецова Оксана Юрьевна (oukuznetcova@severstal.com), Харахнин Константин Аркадьевич (harahninka@chsu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНИТОРИНГЕ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ СПУТНИКОВОЙ СЕТИ

Савельев Роман Николаевич

Аспирант, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск
savelyevroman@mail.ru

MODERN TECHNICAL MEANS OF INFORMATION SECURITY FOR MONITORING OF THE GROUND CONTROL COMPLEX OF THE SATELLITE NETWORK

R. Saveliev

The main advantages of using satellite communication networks, as well as the main problems of ensuring information security, are considered. Over the past decade, satellites have been found to play an increasingly important role in modern technology, from providing geolocation and logistics and navigation capabilities to intelligence gathering by nation states. The satellite industry has been found to have experienced a renaissance over the past few years and is now in a leading position to play a key role in meeting ever-increasing market demands such as 5G transport network, Internet of Things (IoT) and space exploration. However, the increased use of satellites has made satellite communications networks a target for hackers seeking to compromise confidential information with potentially devastating consequences, including for the ground control complex. When it comes to protecting data carried by satellites, security cannot be secondary. Ensuring information security while monitoring the ground control complex of a satellite network should play an integral part in the design of any satellite network. Purpose of the work: presentation of modern technical means of information security during monitoring of the ground control complex of the satellite network. When writing the work, the methods of analysis, comparison, generalization were used. As a result of the work, recommendations were formed on ensuring information security for ground control systems of the satellite network. Example of monitoring systems that can be used in a ground control complex to ensure information security are presented. The presented results can be used by ground control systems of a satellite network to improve information security. Based on the results of writing the article, it was found that the use of modern technical means when monitoring the ground control complex of the satellite network is mandatory to ensure information security.

Keywords: information security, satellite network, ground complex, monitoring, cryptographic protection.

Аннотация. Рассмотрены основные преимущества использования спутниковых сетей связи, а также основные проблемы обеспечения информационной безопасности. Установлено, что в последнее десятилетие спутники играют все более важную роль в современных технологиях, от предоставления возможностей геолокации и обеспечения логистики и навигации до сбора разведывательной информации, проводимого национальными государствами. Установлено, что спутниковая индустрия пережила возрождение за последние несколько лет и теперь занимает лидирующую позицию, чтобы играть ключевую роль в удовлетворении постоянно растущих рыночных требований, таких как транспортная сеть 5G, Интернет вещей (IoT) и исследования космоса. Тем не менее, расширение использования спутников сделало спутниковые сети связи мишенью для хакеров, стремящихся скомпрометировать конфиденциальную информацию с потенциально разрушительными последствиями, в том числе и для наземного комплекса управления. Когда дело доходит до защиты данных, переносимых спутниками, безопасность не может быть второстепенной. Обеспечение информационной безопасности при мониторинге наземного комплекса управления спутниковой сети должно играть неотъемлемую часть в проектировании любой спутниковой сети. Цель работы: представление современных технических средств информационной безопасности при мониторинге наземного комплекса управления спутниковой сети. При написании работы были использованы методы анализа, сравнения, обобщения. В результате выполнения работы сформированы рекомендации по обеспечению информационной безопасности для наземных комплексов управления спутниковой сети. Представлен пример системы мониторинга, которую можно использовать в наземном комплексе управления с целью обеспечения информационной безопасности. Представленные результаты могут быть использованы наземными комплексами управления спутниковой сети для повышения информационной безопасности. По результатам написания статьи установлено, что использование современных технических средств при мониторинге наземного комплекса управления спутниковой сети является обязательным для обеспечения информационной безопасности.

Ключевые слова: информационная безопасность, спутниковая сеть, наземный комплекс, мониторинг, криптографическая защита.

Введение

Спутниковая связь занимает особое место в системе связи. Основным преимуществом является высокая оперативность установления соединения на большие расстояния (в пределах всего земного шара при условии использования систем с глобальным покрытием). В последние годы, с постоянным углублением и инновациями в области сетевой информатизации, ситуация с сетевой безопасностью, в том числе и для спутниковых сетей связи, становится все более серьезной, а продвинутые постоянные атаки стали серьезной угрозой для киберпространства. Процесс атаки тщательно планируется, а методы атаки сложны и запутаны, что часто приводит к серьезной утечке данных или повреждению системы.

Злоумышленники продолжают изменять существующие методы атаки и разрабатывать новые инструменты атаки. Обнаружение в реальном времени не может быть достигнуто с помощью сигнатур вредоносных программ. Полагаясь только на брандмауэры, системы предотвращения вторжений и антивирусное программное обеспечение, нельзя предотвратить эти атаки.

После многих лет развития традиционные спутники связи накопили определенную основу технологии сетевой безопасности, включая технологию защиты от помех на физическом и канальном уровнях, шифрование источника и канала, а также технологию дешифрования.

Однако среда безопасности спутниковых сетей сталкивается с проблемами, которые в основном отражаются в [1]:

- ◆ структура сети спутниковой связи изменилась с простой на сложную, сильно интегрированную с IP-технологиями;
- ◆ масштаб сетей спутниковой связи изменился с малых до сверхбольших;
- ◆ услуги сети спутниковой связи больше не ограничены полосой пропускания и становятся более распространенными;
- ◆ оборудование связи переживает новый виток технологических обновлений;
- ◆ сети спутниковой связи сталкиваются с более глубокими, широкими и расширенными типами информации и протоколами передачи.

Таким образом, наряду с преимуществами, наземный сегмент спутниковых систем связи создает большие проблемы в области кибербезопасности, которые делают их еще более привлекательными для злоумышленников. Следовательно, актуальным вопросом является исследование технических средств, с помощью

которых можно обеспечить информационную безопасность при мониторинге наземного комплекса управления спутниковой связи.

Постановка задачи

Учитывая, что спутниковая связь в настоящее время начинает широко использоваться во многих сферах жизнедеятельности, необходимо исследовать вопрос информационной безопасности подобного рода сетей связи, в том числе необходимо рассмотреть технические средства, которые могут быть использованы для мониторинга наземного комплекса управления. Для поставленной цели необходимо рассмотреть структуру спутниковой сети связи, на основании чего привести список возможных проблем информационной безопасности и представить пример структурной схемы организации подсистемы криптографической защиты информации с применением технических средств обеспечения информационной безопасности наземного комплекса управления.

Основная часть

Применение спутниковой связи [2–9] показало ряд преимуществ по сравнению с другими типами связи, а именно:

- ◆ высокая устойчивость и качество связи;
- ◆ высокая мобильность, возможность оперативного развертывания земных станций спутниковой связи непосредственно в районах дислокации;
- ◆ минимальные затраты (техники и личного состава) при организации спутниковых радиоприемных станций;
- ◆ возможность размещения земных станций спутниковой связи на различных типах местности (в ущельях, оврагах), укрытия их за неровностями рельефа земной поверхности (холмами, горами) и искусственными препятствиями (строениями, сооружениями), что обеспечивает повышение защищенности пунктов управления, снижение эффективности действия средств создания радиоэлектронных помех и дополнительной защиты.

Как показал опыт локальных конфликтов последнего времени, во многих случаях средства спутниковой связи оставались единственными средствами связи.

Структура спутниковой сети связи (рис. 1) содержит космический сегмент, пользовательский сегмент и наземный сегмент.

В пользовательский сегмент входят различные спутниковые терминалы; космический сегмент включает группировку спутников, которые можно разделить на созвездие с межспутниковой связью (ISL) и созвездие

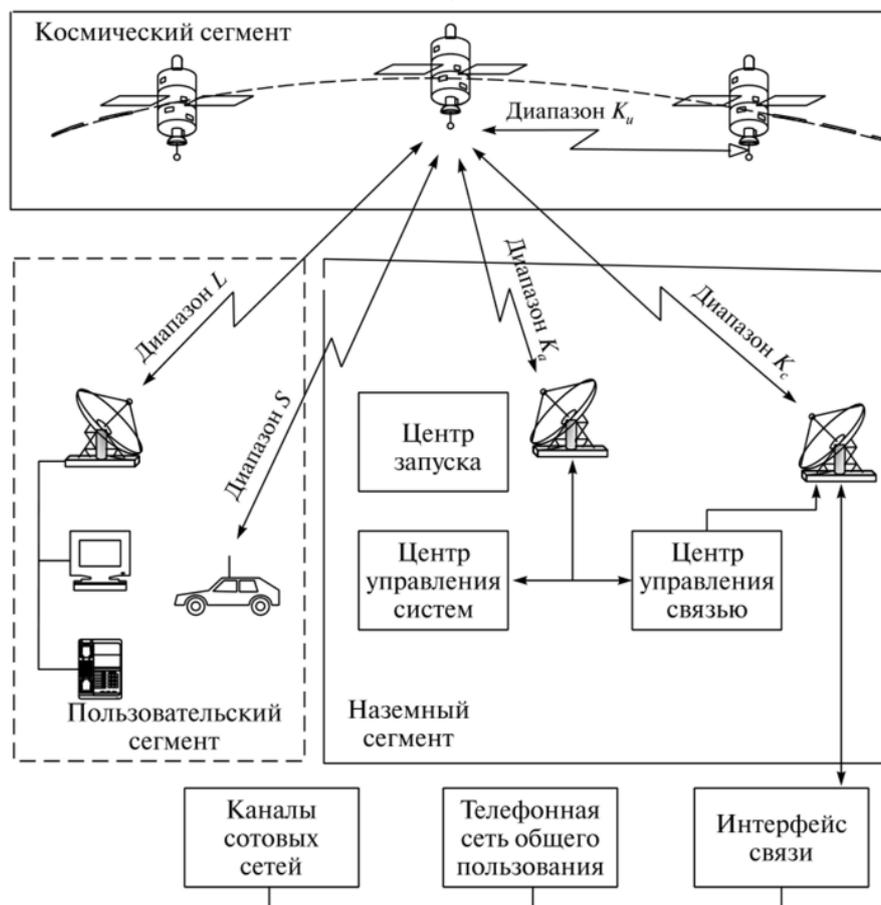


Рис. 1. Структура спутниковой сети связи

дие без ISL; наземный сегмент включает в себя станцию сопряжения (GS), систему управления и контроля эксплуатации (OMCS), систему измерения и контроля (MCS), систему управления сетью (NMS) и т.д.

Поскольку в основе спутниковых операций лежат технологии, размещенные на Земле, наземные точки «входа» предлагают киберпреступникам огромное количество потенциальных возможностей для взлома. Огромное количество точек «входа» также усложняет отслеживание и прекращение кибератаки.

Одним из наиболее значительных недостатков, общих для всех спутниковых систем, является использование телеметрии дальнего действия для связи с наземными станциями. Восходящие и нисходящие каналы часто передаются через открытые протоколы безопасности телекоммуникационной сети, к которым легко могут получить доступ киберпреступники [10,11].

Спутниковые наземные станции особенно уязвимы — если злоумышленник сможет прервать спутнико-

вый сигнал, он сможет получить доступ к любым нисходящим системам, подключенным к спутнику. Таким образом, злоумышленник потенциально может проникнуть в сеть [12].

Возможные проблемы информационной безопасности для спутниковых сетей связи, в том числе и для наземного сегмента, представлены в виде табл. 1 [13,14].

Таким образом, для спутниковых систем связи в настоящее время присуще множество проблем информационной безопасности. Следовательно, отсутствие технических средств информационной безопасности при мониторинге наземного комплекса управления спутниковой связи может привести к разрушительным последствиям.

Таким образом, важно рассмотреть подобного рода технические средства.

В качестве примера технического средства рассмотрим VPN/ брандмауэр GoSilent. Данное средство

Таблица 1. Возможные проблемы информационной безопасности для спутниковых сетей связи

| Классификация | Проблема безопасности | Описание |
|---------------------------|--|--|
| Национальная безопасность | Угрозы национальной и военной безопасности | 1. Хакеры могут украсть стратегическую информацию о странах, разместив вредоносные средства для наблюдения на спутниках LEO. 2. Спутник LEO может быть использован как коммуникационная платформа для будущего оружия информационной войны. |
| | Вмешательство в астрономические исследования | 1. Запуск большого количества спутников на низкой околоземной орбите может серьезно помешать астрономическим наблюдениям. |
| Сетевая безопасность | Выдача себя за другое лицо | 1. Хакеры могут быть замаскированы под спутниковый терминал (СТ) для доступа к спутниковой сети с целью разрушения сети 2. Хакер может маскироваться под спутник, чтобы обманом заставить получить доступ к ложной сети. |
| | Перехват данных | 1. Хакеры незаконно получают и анализируют передаваемые данные трафика или данные по беспроводным каналам связи. |
| | Проблемы с целостностью данных | 1. Хакеры могут изменять, вставлять, воспроизводить, удалять пользовательские или данные для нарушения их целостности |
| | Перехват информации | 1. Незаконный перехват информации о местоположении или идентификации пользователя, передаваемой СТ по беспроводным каналам связи |
| | Создание помех | 1. Злоумышленники создают помехи для спутниковой беспроводной связи, испуская мощные электромагнитные волны. |
| | Отказ в обслуживании | 1. Злоумышленники могут создавать помехи для спутника или шлюза |
| | Анонимная атака | 1. Злоумышленники атакуют спутниковый узел в космосе, но спутник не может определить атакующих |
| | Злонамеренное занятие ресурсов полосы пропускания спутника | 1. Отправка незаконных сигналов на спутник через беспроводную связь. |
| Безопасность оборудования | Вредоносный спутниковый контроль | 1. Злоумышленники могут отправлять злонамеренные инструкции или вводя вирусы в спутниковые узлы с наземных или космических объектов для достижения цели контроля над спутниками. |
| | Вредоносное потребление спутниковых ресурсов | 1. Злонамеренное потребление ресурсов спутника для достижения цели сокращения срока службы спутника |

предлагает надежные алгоритмы защиты шифрования от киберугроз, в том числе тех, которые наиболее часто нацелены на наземные комплексы связи:

- ◆ троян удаленного доступа (RAT) — вредоносный код, который незаметно загружается в виде вложения или программы по запросу пользователя. После установки приложения злоумышленник получает возможность управлять наземным комплексом;
- ◆ IP Exfiltration — несанкционированная передача данных с помощью вредоносного кода;
- ◆ атака «человек посередине» — злоумышленники получают доступ к сети с помощью грубой силы или внедрения пакетов и незаметно перехватывают, и подслушивают сообщения;
- ◆ атака соединения SCADA — злоумышленники используют комплект средств связи, чтобы получить доступ к наземному комплексу управления SCADA предприятия (диспетчерский контроль и сбор данных).

Техническое средство GoSilent соответствует критериям готового решения для спутниковых систем,

а также удовлетворяет требованиям безопасности на государственном уровне, например:

- ◆ имеет возможность создания виртуального сервера и межсетевой экран приложений уровня 7 с отслеживанием состояния шлюза VPN;
- ◆ защита ПК — фильтрует весь трафик данных. Защита от кибератак, кражи личных данных и вредоносных программ;
- ◆ изоляция Captive Portal — изолирует устройства конечных пользователей от попыток перехвата и изменения соединения между пользователем и сторонним сайтом (системой), которую они пытаются посетить.
- ◆ IP Obfuscation — рандомизирует IP-адреса для всего входящего и исходящего трафика данных.

Также предлагается создать подсистему криптографической защиты. Данную подсистему предлагается реализовать с использованием программно-аппаратных средств комплекса межсетевого экранирования.

Подсистема криптографической защиты должна реализовать следующие функции:

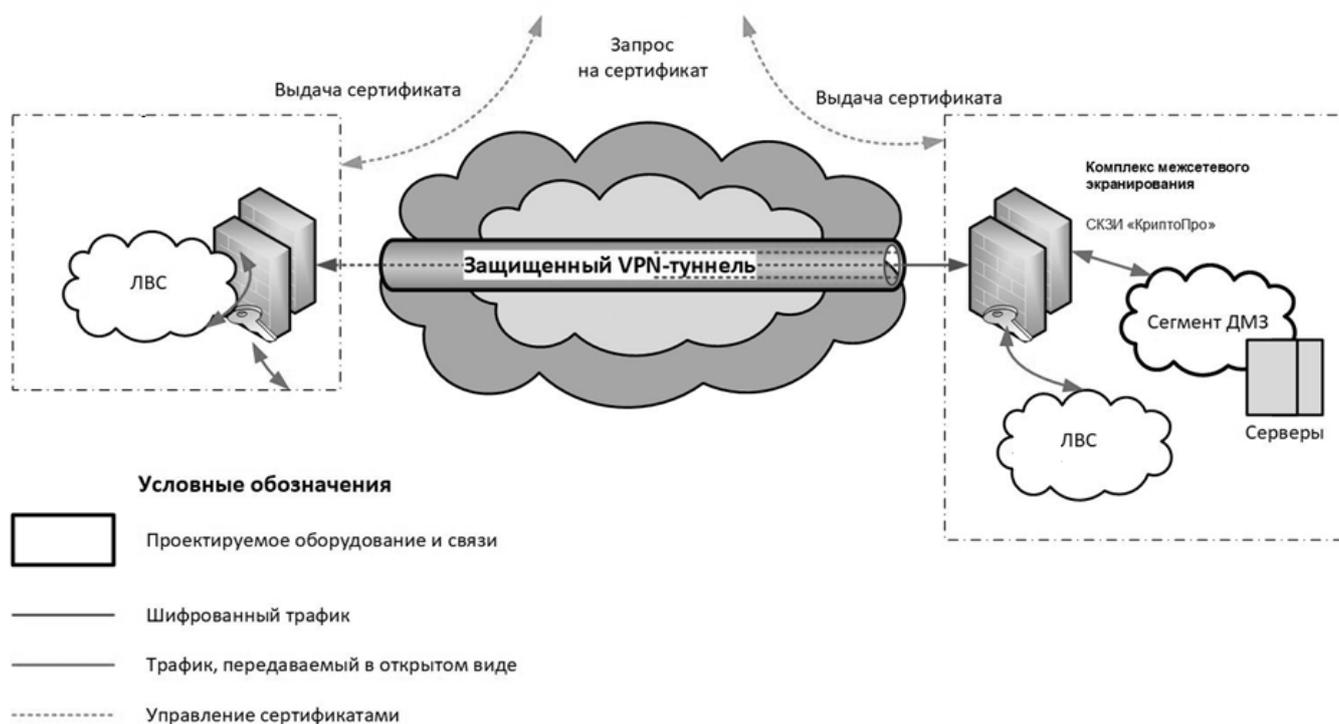


Рис. 2. Общая схема организации подсистемы криптографической защиты для наземного комплекса управления спутниковой сети

- ◆ поддержка постоянно действующих туннелей VPN;
- ◆ шифрование передаваемой информации;
- ◆ аутентификация.

Функции подсистемы криптографической защиты можно реализовать с использованием встроенных средств, например, IPsec VPN МЭ Cisco ASA, функционирующих совместно с установленным СКЗИ. Встроенные средства IPsec VPN МЭ обеспечивают организацию защищенных туннелей виртуальной частной сети (VPN). СКЗИ «КриптоПро» CSP 5.0 обеспечивает применение отечественных криптографических [15].

Общая схема функционирования подсистемы криптографической защиты с использованием предлагаемых средств представлена на рис. 2.

Ниже приведены несколько рекомендаций по кибербезопасности как для частных, так и для государственных предприятий, использующих спутниковые системы связи:

- ◆ Сделать кибербезопасность главным приоритетом и уделять ей должное внимание;
- ◆ Реализовать надежное шифрование для каждой части данных, передаваемых через наземный комплекс (обычно это достигается с помощью

организации VPN, как в представленном примере)

- ◆ Использовать методы аутентификации;
- ◆ Использовать безопасное туннелирование

Однако стоит отметить, что даже при соблюдении вышеуказанных мер предосторожности все еще существует значительный риск, связанный с использованием устройств в наземном комплексе.

Заключение

Быстрое развитие спутниковых систем связи принесло с собой некоторые риски для информационной безопасности. С одной стороны, необходимо активно развивать индустрию спутниковых сетей, в полной мере используя уникальные преимущества спутников, на которую не влияют географические препятствия и катастрофы; с другой стороны, ввиду различных уровней угроз безопасности, с которыми сталкивается спутниковая сеть, необходимо проводить перспективные исследования безопасности спутниковой сети, чтобы заполнить нормативные пробелы. В работе рассмотрена эффективная система мониторинга, используя которую пользователи наземного комплекса управления могут существенно повысить уровень информационной безопасности всей спутниковой сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cybersecurity Threats to Satellite Communications [Электронный ресурс]. URL: <https://medium.datadriveninvestor.com/cybersecurity-threats-to-satellite-communications-b35d83681723> (дата обращения: 10.11.2021).
2. Кукк К.И. Спутниковая связь: прошлое, настоящее, будущее. М.: Горячая линия. — Телеком, 2015. 157 с.
3. Крылов А.М. Спутниковые системы связи и вещания. Состояние и перспективы развития. — М.: Горячая линия. — Телеком, 2014. 182 с.
4. Михайлов Р.Л. Описательные модели систем спутниковой связи как космического эшелона телекоммуникационных систем специального назначения. Монография. — СПб.: Научное издание, 2019. 150 с.
5. Системы спутниковой связи и вещания: справочно-аналитическое издание / Под ред. Ю.А. Подъездкова. М.: Радиотехника, 2018. — 360 с.
6. Макаренко С.И. Описательная модель системы спутниковой связи Inmarsat. Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 4. С. 64–91.
7. Цветков К.Ю., Осташов И.Т., Косяков Е.Н. Радиорелейные и спутниковые системы передачи информации специального назначения. — СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2013. 447 с.
8. Быховский М.А. Развитие телекоммуникаций. На пути к информационному обществу. Развитие спутниковых телекоммуникационных систем. — М.: Горячая линия. — Телеком, 2014. 256 с.
9. Степанов О.А. О перспективах использования информационных технологий в рамках государственного строительства в российском обществе. Труды Академии управления МВД России, № 2 (34), 2015. С. 39–41.
10. Сомов, А.М. Спутниковые системы связи: Учебное пособие для вузов. — М.: РиС, 2015. — 244 с.
11. Cyber Concerns For The Satellite Sector [Электронный ресурс]. URL: <https://www.attilasec.com/blog/satellite-cybersecurity> (дата обращения: 10.11.2021).
12. Защита информации в спутниковой связи [Электронный ресурс]. URL: <https://igorosa.com/zashhita-informacii-v-sputnikovoj-svyazi/> (дата обращения: 02.12.2021).
13. Cao H., Wu L., Chen Y., Su Y., Lei Z., Zhao C. Analysis on the Security of Satellite Internet. In: Lu W. et al. (eds) Cyber Security. CNCER. Communications in Computer and Information Science, 2020. Vol.1299. 36 p.
14. De Azúa, J.A.R., Calveras, A., Camps, A.: Internet of Satellites. IoSat, Analysis of Network Models and Routing Protocol Requirements, 2018, 56 p.
15. Глинская, Е.В. Информационная безопасность конструкций ЭВМ и систем. М.: Инфра-М, 2018. 64 с.

© Савельев Роман Николаевич (savelyevroman@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА

FUZZY MODEL FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INFORMATION RESOURCE ALLOCATION OF THE TRAINING CENTER

**A. Sagalaeva
O. Romashkova
N. Rudnichenko**

Summary. This article discusses the specifics of evaluating the efficiency of computing resources allocation in the processing of information flows in the organizational infrastructure of the training center based on the application of the theory of soft computing and fuzzy logic. The general concept of the proposed fuzzy model is developed and described, mathematical formalization of the functional system of indicators of efficiency of information resources distribution of the training center, fuzzy subset for the output variable and defuzzification process is given. The conceptual structure of the information resources distribution efficiency evaluation model, the list and composition of model variable values, three-dimensional surfaces for reflecting interdependence of input variables on the output value of the target efficiency evaluation variable were developed, the study of using the developed model was carried out, and further ways of developing the created model were described.

Keywords: fuzzy logic, soft computing, distributed systems and technologies, information resources.

Сагалаева Анна Игоревна

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)» г. Москва, Россия
omegaanya@gmail.com

Ромашкова Оксана Николаевна

Д.т.н., профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС)»
Г. Москва

ox-rom@yandex.ru

Рудниченко Николай Дмитриевич

К.т.н., доцент, Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса
nikolay.rud@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрена специфика оценки эффективности распределения вычислительных ресурсов при обработке информационных потоков в организационной инфраструктуре учебного центра на основе применения теории мягких вычислений и нечеткой логики. Приведено обоснование актуальности предметной тематики исследования, разработана и описана общая концепция предлагаемой нечеткой модели, дана математическая формализация функционала системы показателей эффективности распределения информационных ресурсов учебного центра и процесса дефаззификации. Разработаны концептуальная структура модели оценки эффективности распределения информационных ресурсов, перечень и состав значений переменных модели, построены трехмерные поверхности для отражения взаимозависимости входных переменных на выходное значение целевой переменной оценки эффективности, проведено исследование использования разработанной модели, описаны дальнейшие пути развития созданной модели.

Ключевые слова: нечеткая логика, мягкие вычисления, оценка эффективности, распределенные системы и технологии, информационные ресурсы.

Введение

Все большую актуальность приобретает задача управления процессами обработки и анализа данных как на уровне конфигурации физическо-аппаратного оборудования, так и с использованием средств и технологий виртуализации [1]. Повышение требований к уровню быстродействия работы интел-

лектуальных информационных систем при предоставлении образовательного контента конечным пользователям, осуществляющим большое число запросов на его получение, способствует росту вычислительной нагрузки на серверную инфраструктуру, что требует выработки рациональных подходов к распределению ресурсов и обеспечению параллелизма обработки данных [2,3].

Следует отметить, что в контексте анализа рассматриваемой проблематики, процессы динамической обработки больших объемов информационных ресурсов (ИР) различной природы и структуры, формируемых в процессе функционирования современных учебных центров (УЦ), являются плохо прогнозируемыми в силу стохастической природы внешних воздействий как на управляющую систему, так и на вычислительные ресурсы, аппаратное и программное обеспечение ее работы [4,5].

Среди существующих подходов к повышению уровня определенности распределения вычислительных ресурсов в сложных, многозвенных корпоративных образовательных инфраструктурах все чаще преобладают методики на основе использования машинного обучения и вычислительного интеллекта, позволяющие обеспечить автоматизацию ряда задач при принятии управляющих решений [2,6]. Однако, не все из них могут быть гибко адаптированы для рассматриваемой специфики ИР УЦ в силу отсутствия достаточных наборов статистических данных, экспертных мнений и оценок, сложности формализации всех бизнес-процессов, связанных с обработкой данных на разных этапах их использования. Высокую значимость приобретает оценивание степени влияния значимых параметров системы на итоговые значения выходного признака, позволяющего охарактеризовать эффективность использования вычислительных ресурсов аппаратной инфраструктуры.

В связи со сложностью формализации и функциональной оценки степени эффективности, а также — качества распределения и использования вычислительных ресурсов для управления ИР УЦ, предлагаемую модель целесообразно основывать с использованием аппарата нечеткой логики и мягких вычислений [7,8]. Данный подход оправдан благодаря возможностям снижения уровня неопределенности в процессах оценивания путем внедрения лингвистических шкал и формирования логических продукционных правил, способных учесть характер динамики изменений в инфраструктуре вычислительных кластеров УЦ. Это позволяет выполнить комплексное моделирование и оценку эффективности использования вычислительных ресурсов при различных сценариях нагрузки с учетом объемов обрабатываемых данных [9–11].

Цель статьи

Целью данной статьи является разработка и исследование нечеткой модели для оценки эффективности распределения ИР УЦ на основе применения теории мягких вычислений. Практическая значимость исследования заключается в формализации уровня неопре-

деленности управления процессами анализа объемов аппаратных и виртуальных ресурсов, необходимых для обеспечения деятельности УЦ.

Описание концепции модели

С целью построения модели для оценки эффективности распределения ИР в УЦ сформирована система входных и выходных показателей, которые определяют состав модели. К ним относятся:

1. Надежность используемого в вычислительной инфраструктуре аппаратного обеспечения (H).
2. Надежность внедряемого в рамках отдельных вычислительных узлов программного обеспечения (S).
3. Тип виртуализации, обеспечивающий функционирование рабочего окружения и процессов управления ИР (I).
4. Стоимость поддержки и обслуживания инфраструктуры УЦ (P).

Интегральным выходным показателем (целевой переменной) является эффективность распределения ИР УЦ (eff).

Каждый из интегральных входных показателей формируется на базе набора критериев, характеризующих в совокупности соответствующее значение показателя.

На значение H оказываются влияния такие критерии, как:

- ♦ *уровень износа* H_w , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокий», «Средний», «Низкий», «Критический»;
- ♦ *пропускная способность* H_T , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокая», «Средняя», «Низкая», «Критическая»;
- ♦ *быстродействие* H_p , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокое», «Среднее», «Низкое», «Критическое».

На значение S оказываются влияния такие критерии, как:

- ♦ *архитектура приложения* S_A , характеризуемый лингвистическими терминами «Клиент-серверная», «Монолитная», «Смешанная»;
- ♦ *кроссплатформенность* S_C , характеризуемый лингвистическими терминами «Полная», «Частичная», «Отсутствует»;
- ♦ *степень требований к вычислительным ресурсам* S_H , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокая», «Средняя», «Низкая»;
- ♦ *поддержка многопоточности* S_M , характеризуемый лингвистическими терминами «Присутствует», «Отсутствует»;

- ♦ степень обособленности S_S , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокая», «Средняя», «Низкая».

На значение V оказываются влияния такие критерии, как:

- ♦ тип инфраструктуры V_I , характеризуемый лингвистическими терминами «Гиперконвергентная», «Конвергентная»;
- ♦ масштабируемость V_M , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокая», «Низкая»;
- ♦ прозрачность вычислительных процессов V_T , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокая», «Низкая»;
- ♦ балансировка ресурсов V_B , характеризуемый лингвистическими терминами «Автоматическая», «Полуавтоматическая», «Ручная».

На значение P оказываются влияния такие критерии, как:

- ♦ удельная стоимость профилактических работ за установленный период P_P , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокая», «Средняя», «Низкая»;
- ♦ удельная стоимость замены оборудования P_C , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокая», «Средняя», «Низкая»;
- ♦ удельная стоимость резервирования данных P_R , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокая», «Средняя», «Низкая»;
- ♦ удельная стоимость настройки рабочего окружения P_S , характеризуемый лингвистическими терминами «Высокая», «Средняя», «Низкая».

Таким образом общий функционал системы показателей эффективности распределения ИР в УЦ может быть определен в следующем виде

$$\begin{aligned}
 eff = [H, S, V, P] = [\{H_W, H_P, W_V\}, \\
 \{S_A, S_C, S_M, S_S\}, \\
 \{V_I, V_M, V_T, V_B\}, \{P_P, P_C, P_R, P_S\}] \quad (1)
 \end{aligned}$$

В полученном алгоритме присутствуют следующие шаги:

- ♦ установка правил программирования в виде продукционных правил (формата «ЕСЛИ,... ТО»), задающих зависимость уровней входных данных и риска на выходе системы;
- ♦ задание функции принадлежности входных переменных и получение первичного результата их оценок;
- ♦ фаззификация оценок входных переменных — определение конкретных значений заданной функций принадлежности;

- ♦ агрегирование — проверка истинности условий путем ряда преобразований функций принадлежности;
- ♦ активизация заключений — нахождение весовых коэффициентов для каждого из правил и функций истинности;
- ♦ аккумуляция заключений — нахождение функции принадлежности для выходных переменных;
- ♦ дефаззификация — нахождение четких значений каждой выходной переменной.

Разработка нечеткой модели

Предлагаемая модель выполнена в системе Matlab с использованием модуля Fuzzy Logic Toolbox. Структура модели оценки эффективности распределения ИР УЦ на базе нечеткой логики приведена на рисунке 1.

При помощи использования операции МАКСИМУМ (max) было получено итоговое нечеткое подмножество для выходной переменной с функцией принадлежности вида

$$\begin{aligned}
 \mu_{\Sigma}(y_{eff}) = \mu_{x_i}(y_{eff}) = \max[\mu_{x_{H_i}}(y_{eff}), \\
 \mu_{x_{S_i}}(y_{eff}), \mu_{x_{V_i}}(y_{eff}), \mu_{x_{P_i}}(y_{eff})], \quad (2)
 \end{aligned}$$

где $\mu_{\Sigma}(y_{eff})$ —

итоговое нечеткое подмножество для выходной переменной эффективности распределения ИР УЦ (y_{eff});

$\mu_{x_i}(y_{eff})$ —

нечеткие множества, входящие в состав подмножества $\mu_{\Sigma}(y_{eff})$;

$\mu_{x_{H_i}}(y_{eff})$ —

множество надежности аппаратного обеспечения, используемого в вычислительной инфраструктуре;

$\mu_{x_{S_i}}(y_{eff})$ —

нечеткое множество надежности внедряемого в рамках отдельных вычислительных узлов программного обеспечения;

$\mu_{x_{V_i}}(y_{eff})$ —

Таблица 1. Функции принадлежности лингвистических переменных

| | Наименование переменной | Логика переменной | Область определения функции принадлежности |
|--|---|-------------------------|--|
| Интегральные показатели модели (Входные) | Надежность используемого в вычислительной инфраструктуре аппаратного обеспечения (H) | Критическая | $Y, 0, 0.125, 0.25$ |
| | | Низкая | $Y, 0.125, 0.265, 0.38$ |
| | | Средняя | $Y, 0.25, 0.475, 0.7$ |
| | | Высокая | $Y, 0.65, 0.825, 1$ |
| | Надежность внедряемого в рамках отдельных вычислительных узлов программного обеспечения (S) | Критическая | $Y, 0, 0.1, 0.2$ |
| | | Низкая | $Y, 0.15, 0.265, 0.38$ |
| | | Средняя | $Y, 0.35, 0.475, 0.6$ |
| | | Высокая | $Y, 0.5, 0.75, 1$ |
| | Тип виртуализации (V) | Программная | $Y, 0, 0.125, 0.25$ |
| | | Аппаратная | $Y, 0.125, 0.265, 0.38$ |
| | | Контейнерная | $Y, 0.3, 0.525, 0.75$ |
| | | Смешанная | $Y, 0.7, 0.85, 1$ |
| Стоимость поддержки обслуживания инфраструктуры УЦ (P) | Низкая | $Y, 0, 0.125, 0.25$ | |
| | Средняя | $Y, 0.125, 0.265, 0.38$ | |
| | Высокая | $Y, 0.25, 0.45, 0.65$ | |
| | Критическая | $Y, 0.62, 0.81, 1$ | |
| Выходная целевая переменная | Эффективность распределения ИР УЦ (eff) | Низкая | $Y, 0, 0.25$ |
| | | Средняя | $Y, 0.125, 0.38$ |
| | | Достаточная | $Y, 0.25, 0.75$ |
| | | Высокая | $Y, 0.65, 1$ |

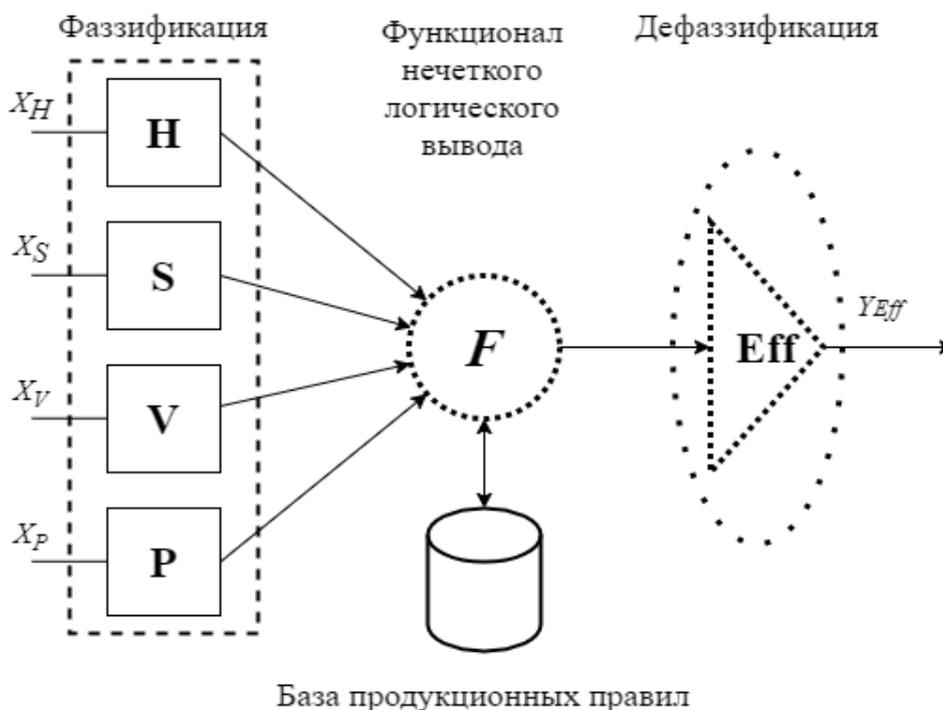


Рис. 1. Структура модели для оценки эффективности распределения ИР УЦ

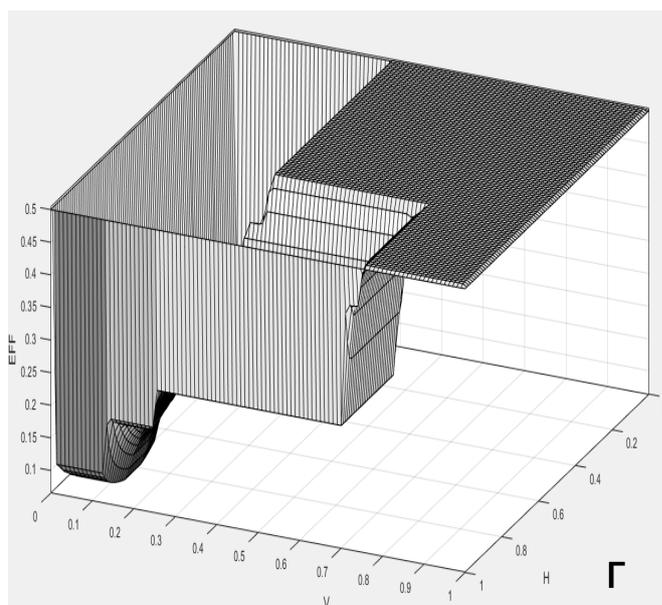
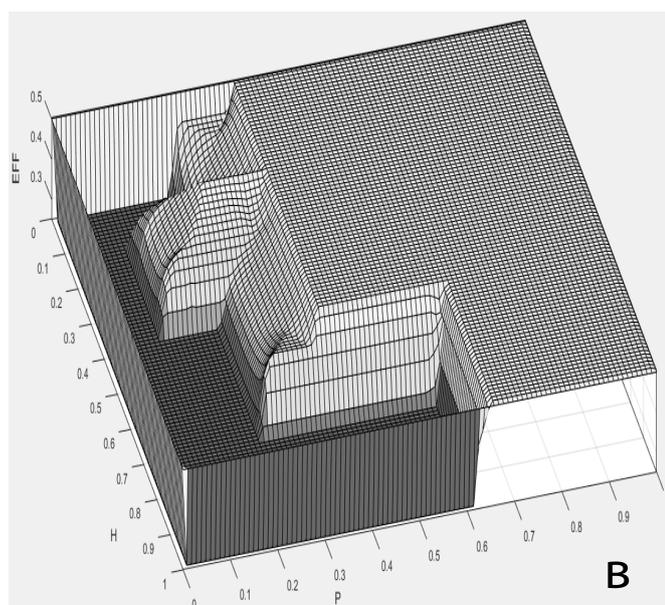
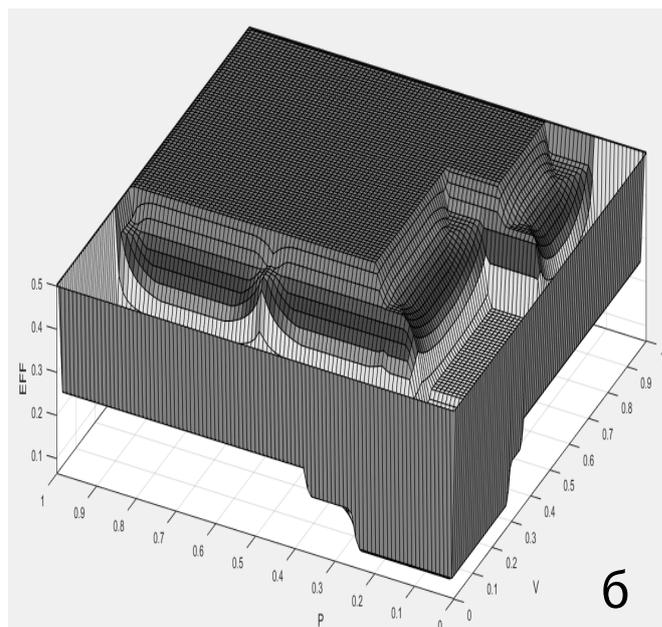
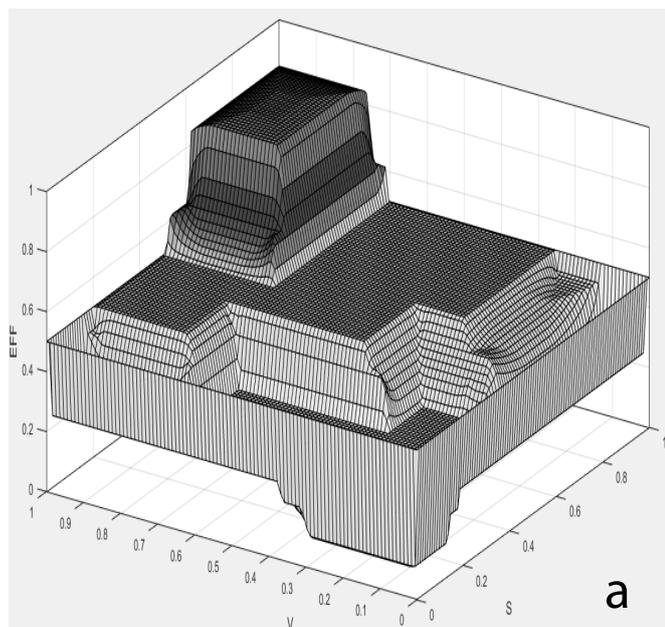


Рис. 2. Трехмерные поверхности, отражающие взаимозависимость и влияние сочетаний входных переменных V и S (а), P и V (б), H и P (в), V и H (г) на выходное значение целевой переменной eff

нечеткое множество типов виртуализации;

$$\mu_{x_P} (y_{eff}) —$$

нечеткое множество стоимости поддержки и обслуживания инфраструктуры УЦ.

Лингвистические переменные и их функции принадлежности в структурной форме приведены в таблице 1.

Операция дефаззификации выполнена в Matlab при помощи метода нахождения центра тяжести плоской фигуры, ограниченной осями координат и графиком функции принадлежности нечеткого множества (метода центра тяжести centroid), согласно

$$\overline{y_{eff}} = \frac{\int_{\min}^{\max} y_{eff} \cdot \mu(y_{eff}) dy_{eff}}{\int_{\min}^{\max} \mu(y_{eff}) dy_{eff}}, \quad (3)$$

где $\overline{y_{eff}}$ — результат дефаззификации; y_{eff} — переменная, заданная для выходной лингвистической переменной y_{eff} ; $\mu(y_{eff})$ — функция принадлежности нечеткого множества для выходной переменной y_{eff} после этапа аккумуляции; \min и \max — левая и правая точки интервала носителя нечеткого множества рассматриваемой выходной переменной y_{eff} .

В ходе моделирования получены трехмерные визуализации поверхностей модели для оценки эффективности распределения ИР в УЦ для разных сочетаний входных переменных (рисунок 2), использованные для

оценивания и формализации представления специфики влияния H, S, V, P на eff .

Разработанная модель позволяет получить значение eff для каждой точки, принадлежащей трехмерной поверхности, а также отражает качественные переходы между значениями параметров в виде «впадин» и «всплесков».

Модель комбинирует и преобразует функции принадлежности всех входных переменных, что позволяет отразить специфику взаимосвязи H, S, V, P между собой. Анализ полученных трехмерных визуализаций созданных поверхностей модели для оценки эффективности распределения ИР в УЦ наибольший рост уровня eff наблюдается при значениях V в диапазоне от 0,455 до 1.

Заключение

Разработанная нечеткая модель для оценки эффективности распределения ИР УЦ на основе применения теории мягких вычислений позволяет выявить взаимосвязь между сформированным набором входных параметров и формализовать их влияние на значение выходной переменной, что может быть использовано в качестве основы интеллектуального модуля платформы поддержки принятия управленческих решений в ИР УЦ.

Возможным направлением дальнейшего развития предложенной модели является выполнение исследований и вычислительных экспериментов, направленных на оптимальный подбор функций активации, а также гибридизация модели на основе применения методов машинного обучения и искусственного интеллекта, в частности, — аппарата искусственных нейронных сетей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биктимиров М.Р. Тенденции развития технологий обработки больших данных и инструментария хранения разноформатных данных и аналитики / М.Р. Биктимиров, А.М. Елизаров, А.Ю. Щербаков // Электронные библиотеки. — № 5. — Т. 19. — 2016. — С.390–406.
2. Сагалаев Ю.Р. Разработка проекта системы поддержки принятия решений для провайдера сетевых услуг на базе вычислительных кластеров / Ю.Р. Сагалаев, А.И. Сагалаева, О.Н. Ромашкова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. — 2021. — № 10. — С. 109–115.
3. Шibaев Д.С. Оптимизация методов прогнозирования, обработки и анализа информации в разноструктурных хранилищах данных / Д.С. Шibaев, В.В. Вычужанин, Н.О. Шibaева, Н.Д. Рудниченко // Информатика и математические методы в моделировании. — 2018. — № 1. — С. 78–85.
4. Орлова, А.И. Применение средств виртуализации как один из критериев повышения эффективности использования ресурсов учебного центра / А.И. Орлова // Технологии информационного общества: Материалы XIII Международной отраслевой научно-технической конференции, Москва, 20–21 марта 2019 года. — Москва: ООО «Издательский дом Медиа паблишер», 2019. — С. 81–83.
5. Орлова, А.И. Возможности использования хранилища данных и платформы виртуализации в учебном центре на примере Virtuozzo infrastructure platform / А.И. Орлова // #ScienceJuice2019: Сборник статей и тезисов студенческой открытой конференции, Москва, 18 ноября — 09 2019 года. — Москва: Издательство ПАРАДИГМА, 2020. — С. 392–393.

6. Пырнова О.А. Технологии искусственного интеллекта в образовании / О.А. Пырнова, Р.С. Зарипова // Russian Journal of Education and Psychology.— 2019.— № 3.— С. 41–44.
7. Воронова М.В. Применение нечеткой логики, как средство оптимизации снабжения / М.В. Воронова, М.В. Токмачева // Актуальные проблемы авиации и космонавтики.— 2017.— № 13.— С. 596–598.
8. Вычужанин В.В. Построение модели оценок технического состояния систем на транспорте / В.В. Вычужанин, Н.Д. Рудниченко, А.В. Вычужанин, А.Е. Козлов // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей (с междунар. участием).— Самара.— 2019.— С. 121–126.
9. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов.— М.: Горячая линия–Телеком, 2012.— 284 с.
10. Ермакова Т.Н. Модернизированная структура управления образовательной системой / Т.Н. Ермакова, О.Н. Ромашкова, Л.А. Пономарева // Вестник Брянского государственного технического университета.— 2019.— № 6 (79).— С. 84–91.
11. Ромашкова О.Н. Линейное ранжирование показателей оценки деятельности вуза / О.Н. Ромашкова, Л.А. Пономарева, И.П. Василюк // Современные информационные технологии и ИТ-образование.— 2018.— Т. 14.— № 1.— С. 245–255.

© Сагалаева Анна Игоревна (omegaanya@gmail.com),

Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru), Рудниченко Николай Дмитриевич (nickolay.rud@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ В СИМУЛЯЦИОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ КОМПЛЕКСАХ

RELEVANCE OF DEVELOPMENT OF DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR FUNCTIONAL DIAGNOSTICS IN SIMULATION MEDICAL COMPLEXES

**O. Hudasova
O. Ivashchuk**

Summary. In connection with the opening of many institutions of additional education, career guidance for schoolchildren in order to attract them to medicine, popularize a socially significant profession, there is an urgent need to develop a simulation practice-oriented medical complex to develop the skills of doctors / students. Based on the foregoing, today an urgent scientific task is to develop a set of methods, models and algorithms that actualize the functioning of intelligent control systems for physiological parameters.

Keywords: additive technologies, medical mannequin, simulation complex, decision support system.

Худасова Ольга Геннадьевна

*Старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный исследовательский
университет»
hudasova_og@bsu.edu.ru*

Иващук Ольга Александровна

*Д.т.н., профессор, ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный исследовательский
университет»*

Аннотация. В связи открытием множества учреждений дополнительного образования, профориентации школьников с целью привлечения в медицину, популяризации социально-значимой профессии существует острая необходимость в разработке симуляционного практико-ориентированного медицинского комплекса для отработки навыков врачей/обучающихся. Исходя из вышесказанного, сегодня актуальной научной задачей является разработка комплекса методов, моделей и алгоритмов, актуализирующих функционирование интеллектуальных систем управления физиологическими параметрами.

Ключевые слова: аддитивные технологии, медицинский манекен, симуляционный комплекс, система поддержки принятия решений.

Манекены на которых можно было бы в совокупности показывать устройство организма, влияние лекарственных препаратов в динамике отсутствуют. Сегодня в российские симуляционные центры манекенов представляют иностранные фирмы, за счет чего они являются дорогостоящими, более того каждый из них отвечает только за часть отработки навыков медицинского персонала.

Медицинское образование все чаще делает акцент на учебную программу на основе когнитивной, психомоторной и аффективной областях обучения, которые были первоначально предложены почти 50 лет назад. В мире наблюдается сдвиг метод медицинского образования в направлении практического медицинского обучения, однако применение этой концепции к реальным пациентам менее принимаемо для общества и является предметом правовых и этических вопросов. Симуляция является процессом искусственного представления сложного реального мира с достаточной точностью, целью которого является облегчить обучение через погружение, рефлексии и обратную связь. Медицинское моделирование предлагает многочисленные

возможности стратегии для всестороннего и практического обучения, и более безопасного ухода пациента. Это техника, а не просто технология, которая продвигает опыт и рефлексивное обучение, также ключевая стратегия для обучения навыкам управления ресурсами. Симуляция может принести пользу человеку, учащимся, многопрофильной команде и больнице в целом [2]. Рассмотрим методы функциональной диагностики, которые часто используются в манекенах. К ним можно отнести следующие: снятие электрокардиограммы, эхокардиография, холтеровское мониторирование электрокардиограммы, суточное мониторирование артериального давления, тредмил-тест (кардиографическое исследование, проводимое под нагрузкой), цветовое сканирование сосудов: как дуплексное, так и триплексное, электроэнцефалограмма, исследование вентиляционных способностей легких и оценка функции внешнего дыхания. Исходя из вышесказанного можно сделать вывод о том, что к функциональной диагностике в современной медицине обращаются достаточно часто, ведь она имеет много преимуществ:

- ♦ объективная и достаточно быстрая диагностика на основе полученных результатов;



Рис. 1. Структурная схема предлагаемого решения

- ◆ точная оценка работы органов и систем пациента;
- ◆ высокая информативность;
- ◆ абсолютная безопасность для здоровья человека;
- ◆ возможность установления диагноза в сложных случаях;
- ◆ безболезненность проведения исследования;
- ◆ многократное повторение исследований, при необходимости, без вреда для здоровья.

На основе проведенного анализа, первым из основных принципов построения системы определен принцип построения подсистемы симуляционного медицинского комплекса в области функциональной диагностики. В настоящее время своевременное управление критическими событиями или ситуациями является основой клинической компетентности. Это зависит от интегрированного и связанного с командой поставщика медицинских услуг с соответствующей ориентацией на события. С этой целью происходит смена парадигмы в методологии всех уровней медицины. Теперь во время отработки практических навыков, стрессовые ситуации накладываются друг на друга. Это направлено на уменьшение погрешности во время неожиданных чрезвычайных ситуаций, происходящих в незнакомой обстановке. Этот вид обучения может предложить демонстрацию пациента, на котором отрабатываются практические навыки, клинические ситуации в этом случае являются наглядно иллюстрированными. Однако такой вид обучения не всегда может

быть доступным, кроме того, в реальной жизни определенные клинические ситуации не могут гарантировать точность, воспроизведенную во время обучения.

Следовательно, новые методы обучения пытаются преодолеть разрыв между традиционным теоретическим медицинским обучением (лекции, учебные пособия, лабораторные работы, консультации) и обучением, основанным на моделировании клинических ситуаций, направленного на то, чтобы обеспечить правильное взаимоотношение и повысить уровень навыков среди медицинского персонала, чтобы справиться с реальными ситуациями в соответствии с запланированными и предписанными правилами без ущерба для этических и юридических прав пациентов [1]. Таким образом для адекватной работы медицинского симуляционного комплекса необходимо предусмотреть различного рода воздействия и восприятие различных состояний.

Воздействие: тактильное, медицинские манипуляции, термальные. Восприятие различных состояний: локальные изменения, симптоматическая диагностика, различные состояния. Структурная схема предлагаемого решения представлена на рисунке 1.

Преимущества перед аналогами:

- ◆ конструкция аппаратно-программного комплекса обеспечивает удобную установку и коммутацию отдельных модельных подсистем органов, реализующих соответствующие функции;



Рис. 2. Функциональная модель системы поддержки принятия решений управления медицинским симуляционным комплексом

- ◆ манекены и наборы конструкторов являются дорогостоящими, имеют узкую направленность, отсутствует возможность модификации;
- ◆ система управления предлагаемой конструкцией является распределенной. Каждый моделируемый орган имеет свой независимый источник питания и микроконтроллерную систему управления;
- ◆ в связи с присутствием в системе модельных жидкостей и исполнительных элементов их транспортирующих предусмотрены конструктивные элементы защитного отключения и защиты при повреждениях.

Структуру автоматизированной системы поддержки принятия решений по функциональной диагностике для медицинских симуляционных комплексов будут определять как вышеуказанные требования и принципы построения систем данного класса, так и реализующие их функции системы. Предлагается функциональная модель системы, представленная на рисунке 2.

Выявляемые при обследовании пациента симптомы имеют различную диагностическую ценность. Поэтому, оценивая результаты опроса и данные физикального обследования, врач, прежде всего, должен выбрать

из множества признаков болезни наиболее объективные и специфичные.

Выделение одного главного симптома может подтолкнуть врача к принятию скоропалительных решений. Чтобы избежать этой ловушки, врач должен рассмотреть, как можно больше симптомов перед тем, как начать составлять их патогенетические комбинации. Большинство врачей — сознательно или нет — пытаются свести имеющиеся данные под один из клинических синдромов. Представив себе механизм развития болезни, можно перейти к следующему этапу поиска — по органам, с которыми связаны симптомы и синдромы. Диагностический поиск также облегчается определением локализации патологического процесса по местным специфическим симптомам. Это позволяет определить пораженный орган или систему, что значительно ограничивает число рассматриваемых вариантов заболеваний.

При невозможности выделения клинического синдрома следует сгруппировать признаки в определенный симптомокомплекс, характерный для поражения определенного органа или системы. Для определения синдрома или выделения диагностического симптомокомплекса не нужно анализировать все имеющиеся у пациента симптомы, а бывает достаточно минималь-

ного их числа, необходимого для обоснования диагностической гипотезы [3].

Иногда характерных проявлений заболевания обнаружить вообще не удастся. Тогда, в силу обстоятельств, для постановки предварительного диагноза и проведения дифференциальной диагностики приходится брать за основу неспецифические симптомы. В таких случаях полезно взвесить, какие из них могут служить основой для постановки предварительного диагноза и дифференциальной диагностики.

В состав разрабатываемого комплекса входят компоненты регистрации физиологических параметров человека, модуль для организации беспроводной связи, модуль управления мехатронными исполнительными устройствами, а также система энергообеспечения.

В число регистрируемых и воссоздаваемых симуляционным комплексом физиологических параметров, входят: фотоплетизмограмма, кардиограмма, дыхание, давление, цвет кожного покрова, температура кожного покрова.

Модули могут быть связаны в проводную сеть по интерфейсу RS485. Также беспроводной канал обмена информацией с персональным компьютером. Для оптимизации режима энергопотребления предназначен «умный модуль энергообеспечения». Использование в модулях регистрации наряду с базовым контроллером платы Arduino позволяет реализовать пользовательскую систему со специфическими настройками или алгоритмами обработки информации с датчиков

и выработать управляющее воздействие на исполнительные приводы.

Основными характеристиками создаваемого решения являются:

- ◆ созданная конструкция аппаратно-программного комплекса обеспечивает удобную установку и коммутацию отдельных модельных подсистем органов, реализующих соответствующие функции.
- ◆ предлагаемое решение моделирует температурные, цветовые, тактильные, звуковые и иные закономерности, имитирующие таковые в поведении реальной живой системы, и позволяющее производить диагностику патологических и болезненных состояний с одной стороны, и влиять на их течение посредством медицинских манипуляций с другой.
- ◆ моделируемые органы преимущественно выполнены с использованием эластичных материалов, но при этом имеют жесткое основание.
- ◆ система управления предлагаемой конструкцией является распределенной. Каждый моделируемый орган имеет независимый источник питания и микроконтроллерную систему управления.
- ◆ элементы связи между органами замаскированы под реальные биологические структуры в соответствии с реальными анатомическими закономерностями.
- ◆ впервые выполнена реализация упрощенной интерактивной анатомической системы для задач обучения основам медицины школьников, студентов в области медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. A model for programmatic assessment fit for purpose / C. Van Der Vleuten, L. Schuwirth, E.W. Driessen // *Medical Teacher*. 2012. Vol.34. P. 205–214.
2. Колсанов, А.В. Разработка и внедрение российских симуляционных и виртуальных технологий в современный образовательный процесс / А.В. Колсанов, О.И. Линева, В.Д. Иванова // *Акушерство и гинекология*. — 2016. — № 7. — С. 83–87.
3. Юдаева, Ю.А. Симуляционный центр как инновационное направление развития медицинского профессионального образования / Ю.А. Юдаева // *Управление инновациями: теория, методология, практика*. — 2014. — № 11. — С. 124–127.

© Худасова Ольга Геннадьевна (hudasova_og@bsu.edu.ru), Иващук Ольга Александровна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРОГРАММА ОБНАРУЖЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПИСЕМ

Чжэн Цзини

МГТУ им. Н.Э. Баумана
sofazjy@gmail.com

UNWANTED E-MAIL DETECTION PROGRAM

Zheng Jing

Summary. The article examines the main risks associated with emails and their signs, provides an overview of the main approaches to protecting electronic correspondence. Particular attention is paid to methods for detecting unwanted emails. A new correspondence filtering solution is proposed, expanding the possibilities of Bayesian classification, based on a systematic approach and artificial intelligence methods. The software solution in Python based on the SMTP library is described.

Keywords: email, postal services, spam, security policies, filtration, encryption, linguistic analysis, a bag of words, DLP systems, SMTP, IMAP.

Аннотация. В статье рассматриваются основные риски, связанные с электронными письмами и их признаки, дается обзор основных подходов к защите электронной корреспонденции. Особое внимание уделяется методам обнаружения нежелательных писем. Предлагается новое решение фильтрации корреспонденции, расширяющее возможности байсовской классификации, на базе системного подхода и методов искусственного интеллекта. Описывается программное решение на языке Python на базе библиотеки SMTP.

Ключевые слова: электронная почта, почтовые сервисы, спам, политика безопасности, фильтрация, шифрование, лингвистический анализ, мешок слов, DLP-системы, SMTP, IMAP.

Электронная переписка представляет собой одну из системообразующих реалий сегодняшнего дня. Обойтись без нее не представляется возможным, но при этом все, что связано с почтовыми сервисами, несет в себе высочайший потенциальный риск, так как почти все компьютеры в мире в той или иной мере контролируются спамерами и чат-бот-сетями, а доля спама в обмене электронными сообщениями превышает 50% [1].

Нежелательность некоторых электронных писем определяется или их бесполезностью, сопровождающейся затратами ресурсов (память, время на обработку), или исходящими от них угрозами. К числу последних могут относиться: заражение компьютеров

вирусами, червями, троянами, утрата контроля над почтой, хищение персональных данных, интеллектуальной собственности и другие негативные последствия.

В свою очередь к признакам нежелательности могут относиться:

- ♦ Сомнительный отправитель. Корреспонденция от нежелательных адресатов, например, от спамогенераторов, удаляются автоматически. Имеется возможность самостоятельного добавления в список блокировки доменов верхнего уровня целых стран и регионов. Например, если в списке установить флажок МХ [Мексика], будут блокироваться сообщения с адресов, оканчивающихся на.mx.

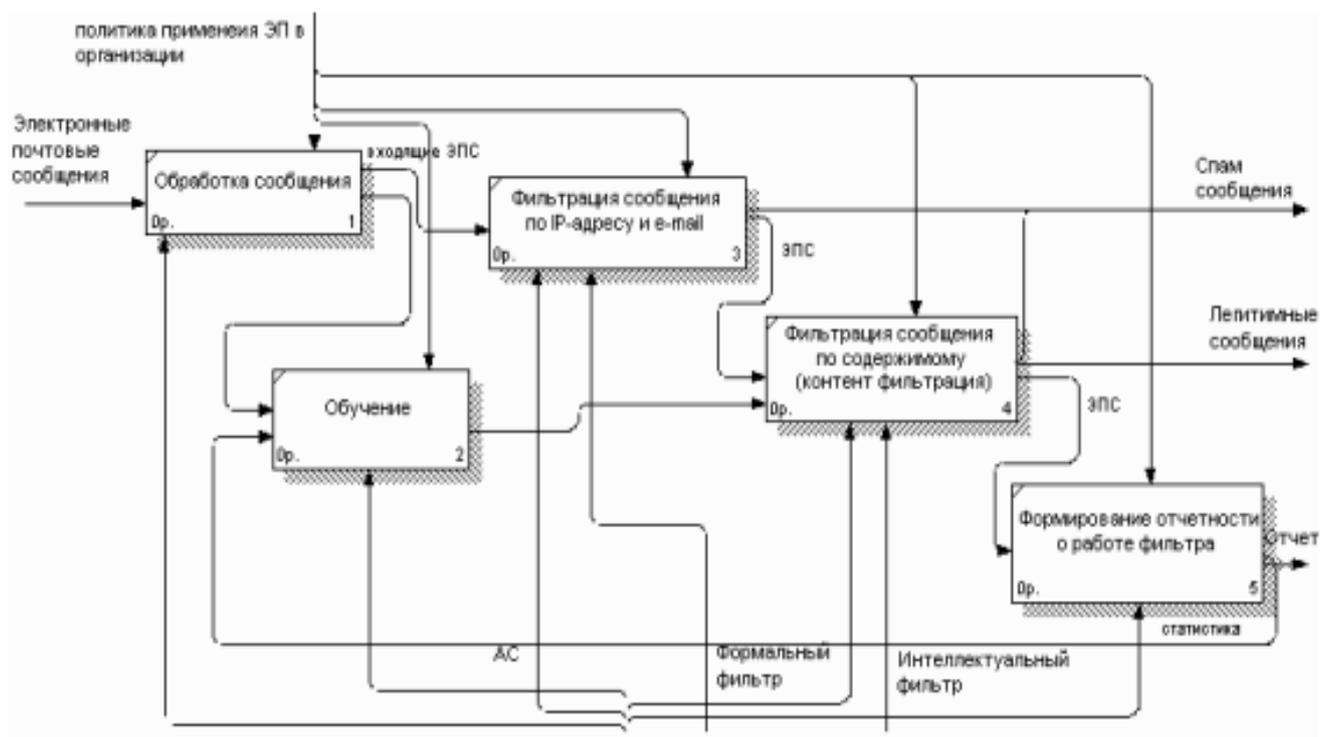


Рис. 1. Фильтрация сообщений на основе глубокого обучения

- ◆ **Сомнительный заголовок.** Программное обеспечение, генерирующее спам-письма часто допускает ошибки при оформлении заголовков. Благодаря этому просчету антиспам-фильтры и обнаруживают нежелательную корреспонденцию. Такая защита весьма надежна и эффективна.
- ◆ **Сомнительное содержание.** Классическая проверка на спам и агрессивный маркетинг.
- ◆ **Сомнительные вложения.** Кроме проверки текста и заголовка писем требуется проверка вложений.
- ◆ **Сомнительное поведение.** Требуется так же проверка на наличие вредоносного кода.
- ◆ **Подозрение на доступ посторонних к переписке.** Бывает так, что письмо само по себе не содержит никаких подозрительных признаков, однако нет уверенности, что доступ к корреспонденции имеет только адресат. Это одна из ситуаций, когда уместно использование шифрование переписки.

В ходе борьбы с нежелательной корреспонденцией применяются следующие основные подходы:

- ◆ **Фильтрация.** Основной метод, основанный на поиске корреспонденции с признаками нежелательности и ее блокировке тем или иным способом. Фильтрация нужна для того, чтобы письма, перед тем как поступить в ваш почтовый ящик, проходили автоматическую обработку в соответ-

ствии с заданными вами правилами (политиками безопасности), включая новейшие стандарты безопасности, такие как SSL/TLS, DMARC, DKIM, SPF и другие.

- ◆ **Доверенные списки отправителей.** Проверенные источники, добросовестные отправители. Правила фильтрации писем для них существенно мягче чем для прочих корреспондентов.
- ◆ **Черные списки отправителей (DNS Black List (DNSBL)).** Достаточно распространенный метод, заключающийся в блокировке всех отправлений, исходящих из почтового ящика, уличенного в распространении спама.
- ◆ **Серые списки greylisting.** Неизвестные отправители в режиме наблюдения и изучения вначале помещаются в серый список. В зависимости от их исхода дальнейших проверок возможен переход в доверенный или черный список.

Различные методы проверки отправителя с использованием технических и технологических средств. Проверка существования пользователя на отправляющей стороне (callback), проверка «правильности» отправляющего сервера такими методами, как наличие записи в реверсной зоне DNS, легальности имени при установке SMTP-сессии (helo), проверка SPF записи (для работы этого в DNS записи о хосте используется соответствующая записи о легальных серверах отправителей).

- ◆ Сокрытие реального адреса получателя. Применяются самые изощренные методы для сокрытия от спамеров и автоматических скриптов реальных адресов электронной почты.
- ◆ Шифрование. Метод защиты, основанный на сокрытии от нежелательных глаз всей или части переписки при помощи ее шифрования как правило при помощи криптостойких алгоритмов.
- ◆ Гибкая настройка политик безопасности. Возможность задавать для правил анализа текстов условные приоритеты, а потом использовать эти приоритеты как параметры фильтрации событий в журнале событий [8]. Наибольшими функциональными возможностями обладают системы класса DLP-системы. DLP-система — специализированное программное обеспечение, предназначенное для защиты компании от утечек информации [6]. Наиболее известными продуктами этого класса являются McAfee DLP, Sophos Endpoint Protection, InfoWatch Traffic Monitor, Solar Dozor, Oracle IRM, Microsoft RMS [9].
- ◆ Лингвистический анализ. Мешок слов. TF-IDF — это метод, который увеличивает веса слов, часто встречающихся в данном документе, и уменьшает веса слов, часто встречающихся во многих документах.
- ◆ Аддитивное сглаживание.

Вопросам противодействия спаму посвящены исследования И.С. Ашманова [10], С.С. Валеева, А.С. Катаева [11], А.П. Никитина, М.А. Семеновой, А.А. Шварца и др. В основном, это фильтры, построенные на байесовском подходе, что, как известно, не позволяет учитывать семантику электронных сообщений.

Они просты во внедрении и удобны в использовании, при качественном обучении отсекают до 98% спама [1] и дают возможность дополнительно обучить фильтр в случае ложных срабатываний. На базе этого метода реализованы системы SpamBuster, SpamKiller, SpamEater, SpamGuard, SpamAssassin и DSPAM.

Однако, такой метод имеет три фундаментальных недостатка, которые широко используются отправителями спама, и могут свести эффективность фильтрации практически к нулю:

Во-первых, он ориентирован только на работу с текстом. Спамеры помещают информацию, которую хотят донести до получателей, в документ, который не может быть проанализирован как простой текст, например в изображение или документ формата PDF. А этот документ, в свою очередь, вставляют в тело письма. Фильтр не может классифицировать такое сообщение как спам, поэтому пропускает его.

Во-вторых, метод основан на предположении, что в спаме чаще содержатся одни слова, а в нормальных письмах другие. Если это предположение оказывается неверным, то метод утрачивает свою эффективность.

В-третьих, для обхода фильтра может быть использован метод «Байесовского отравления» — в письмо добавляется специально подобранный лишний текст, обманывающий фильтр и заставляющий его считать сообщение нормальным.

При разработке систем фильтрации входящих сообщений недостаточно полно используется системный подход и современные технологии искусственного интеллекта для решения задачи классификации. Тем самым, задача разработки эффективных методов и алгоритмов фильтрации спама в организации является актуальной.

Предлагается программное решение на языке Python на базе библиотек `smtpplib`, `imaplib`.

Общая схема работы в виде IDEF0-диаграммы представлена на рисунке 1.

Рассмотрим процесс проверки писем на нежелательный контекст при помощи скриптов языка Python. Разобьем процесс на несколько шагов.

- Чтение электронной почты начинается с подключения к почтовому ящику на сервере. Определяем интерпретатор для скрипта. Явно указываем кодировку.
- Импортируем модуль `imaplib` для возможности подключения к почтовому ящику по IMAP.
- Создаем сессию для подключения к почтовому ящику по IMAP и заносим ее в переменную `mail`.
- Подключаемся к почтовому ящику по IMAP с использованием реальной учетной записи `gmail`.
- Выводим список папок в почтовом ящике. Выбираем для работы папку входящие (`inbox`). Получаем массив со списком найденных почтовых сообщений.
- Сохраняем в переменную `ids` строку с номерами писем.
- Получаем массив номеров писем.
- Задаем переменную `latest_email_id`, значением которой будет номер последнего письма.
- Получаем письмо с идентификатором `latest_email_id` (последнее письмо).
- В переменную `raw_email` заносим необработанное письмо.
- Переводим текст письма в кодировку UTF-8 и сохраняем в переменную `raw_email_string`.
- Запускаем скрипт — при отсутствии нежелательных признаков, он должен вернуть пустой ответ.

- Импортируем модуль email для получения заголовков и тела писем.
 - Получаем заголовки и тело письма и заносим результат в переменную email_message. Обратите внимание, что мы используем переменную raw_email_string, в которую ранее занесли необработанное письмо.
 - Выводим на экран заголовок To (кому отправлено письмо).
 - Выводим на экран заголовок From (от кого отправлено письмо).
 - Выводим на экран заголовок Date (дата отправки письма).
 - Выводим на экран заголовок Subject (тема письма).
 - Выводим на экран заголовок Message-Id (идентификатор письма).
 - Чтение тела письма. Проверяем, является ли письмо многокомпонентным. Если да, то выводим по очереди на экран значения каждого компонента. Предварительно, перекодировем текст в UTF-8. Если письмо не многокомпонентное, выводим его содержимое.
- Таким образом, происходит проверка и фильтрация всех полученных писем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Защита почты от спама и фишинга: актуальные угрозы и передовые решения. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.kp.ru/guide/zashchita-pochty-ot-spama-i-fishinga.html>
2. Классификация текстов с помощью мешка слов. Руководство [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://datareview.info/article/klassifikatsiya-tekstov-s-pomoshhyu-meshka-slov-rukovodstvo/>
3. Tejan Karmali. Классификатор спама в Python с нуля. Дата публикации August 2, 2017. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.machinelearningmastery.ru/spam-classifier-in-python-from-scratch-27a98ddd8e73/>
4. Хмельков Игорь. Мешок слов и сентимент-анализ на R. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/255143/>
5. Усман Малик. Python для НЛП: Создание модели мешка слов с нуля [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://pythobyte.com/python-for-nlp-creating-bag-of-words-model-from-scratch-31931/>
6. Что такое DLP-системы, кому и когда они нужны [Электронный ресурс] Режим доступа: https://rt-solar.ru/products/solar_dozor/blog/2080/
7. Обзор средств защиты электронной почты [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/cybersafe/blog/269513/>
8. Как мы DLP-систему выбирали (практический опыт) [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/440838/>
9. Как работают DLP-системы: разбираемся в технологиях предотвращения утечки информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://xakep.ru/2011/05/04/55604/>
10. Ашманов, И.С. и др. Технологии фильтрации содержания для Интернет. Труды международной конференции «Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии-2021» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.dialog-21.ru/digest/2002/articles/ashmanov/>
11. Катасёв А.С., Катасёва Д.В. Разработка нейросетевой системы классификации электронных почтовых сообщений // Вестник Казанского государственного энергетического университета. — 2015. — № 1 (25). — С. 68–78.

© Чжэн Цзини (sofiazjy@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТОВ С ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ СТИРАЕМОСТЬЮ ЗУБОВ НА ФОНЕ ПАТОЛОГИИ ПРИКУСА У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА

ASSESSMENT OF THE PSYCHOEMOTIONAL STATUS OF PATIENTS WITH PATHOLOGICAL TOOTH ERASURE AGAINST THE BACKGROUND OF MALOCCLUSION IN YOUNG PEOPLE.

**O. Admakin
A. Mamedov
A. Dybov
A. Glazkova**

Summary. In this study, we studied the assessment of the psycho-emotional state of patients with pathological abrasion of teeth against the background of bite by determining the level of serotonin in the blood serum.

Materials and methods. Serum serotonin levels were assessed by high performance liquid chromatography (HPLC) at the diagnostic stage before orthodontic treatment. The patients also underwent a medical and social questionnaire, which consisted of several tests: the Spielberg anxiety scale, the Beck depression scale, the Toronto alexithymia scale.

Results. The results of the medical and social survey on the Beck depression scale — 27.0 (15.0; 29.0), the test of reactive and personal anxiety (I.D. Spielberg-Khanina) — 37.0 (29.0; 45.0), Toronto scale of alexithymia — 66.0 (60.0; 75.0).

Analysis of the serotonin content in patients showed that the concentration was reduced relative to the reference values — 40,0(38,0;60,0) ng/ml.

Conclusion. Patients with increased generalized tooth wear have a high level of psycho-emotional stress and a deficiency of serotonin in the blood serum.

Keywords: tooth wear, masticatory muscle hypertonicity, psycho-emotional status of patients.

Адмакин Олег Иванович

*Д.м.н., профессор, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова
(Сеченовский университет)*

Мамедов Адиль Аскерович

*Д.м.н., профессор, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова
(Сеченовский университет)*

Дыбов Андрей Михайлович

*Д.м.н., доцент, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова
(Сеченовский университет)*

Глазкова Алина Вячеславовна

*Аспирант, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова
(Сеченовский университет)
ang1292@yandex.ru*

Аннотация. Рассматривается оценка психоэмоционального статуса пациентов с патологической стираемостью зубов на фоне патологии прикуса за счет определения уровня серотонина в сыворотке крови.

Материалы и методы. Уровень серотонина в сыворотке крови оценивали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (HPLC) на этапе диагностики перед началом ортодонтического лечения. Так же пациенты проходили медико-социальное анкетирование, которое состояло из нескольких тестирований: шкала тревоги Спилберга, шкала депрессии Бека, торонтская шкала алекситимии.

Результаты. Результаты медико-социального анкетирования по шкале депрессии Бека — 27,0(15,0;29,0), тест реактивной и личностной тревожности (И.Д. Спилберг-Ханиной) — 37,0(29,0;45,0), торонтская шкала алекситимии — 66,0(60,0;75,0).

Анализ содержания уровня серотонина пациентов показал, что концентрация была достоверно сниженной относительно референсных значений — 40,0(38,0;60,0) нг/мл.

Заключение. Пациенты повышенной генерализованной стираемостью зубов имеют высокий уровень психо-эмоционального напряжения и дефицит серотонина в сыворотке крови, что свидетельствует о хроническом стрессе и нервном напряжении.

Ключевые слова: стираемость зубов, гипертонус жевательных мышц, психо-эмоциональный статус пациентов.

Актуальность

В последние годы наблюдается увеличение распространенности патологической стираемости зубов среди молодых людей до 30 лет, очевидно это связано с изменением жизни человека и его окружающей среды.[1] Повышенная стираемость твердых тканей зубов занимает одно из первых мест по распространенности среди стоматологических заболеваний. Повышенная стираемость зубов характеризуется прогрессирующей убылью их твердых тканей, сопровождающейся целым комплексом морфологических, эстетических и функциональных нарушений.[2] Согласно современным данным отмечается увеличение встречаемости указанного заболевания, в том числе и у молодых людей.[3] В связи с ускорением темпа жизни и стремительным развитием научно-технического прогресса увеличивается число людей, испытывающих нервное перенапряжение, пограничные расстройства психики, тревожно-депрессивные состояния. Ускорение темпов жизни в современном мире приводит к возникновению и развитию психического напряжения, что способствует увеличению рисков развития различных патологий органов и систем человека. Благополучное будущее человека обусловлено состоянием психоэмоционального аспекта здоровья индивидуума, что вызывает научный интерес этой проблемы. Одним из признаков стресса является высокий уровень тревожности. Реактивная тревожность обеспечивает выживание человека, ее высокий и низкий уровни негативно влияют на весь организм. [4] Между личностной и реактивной тревожностью определяется корреляционная зависимость, которая влияет на поведение человека [5]. В ряде исследований было показано, что повышенная стираемость зубов характерна для лиц, оказывающихся в ситуации повышенного стресса и беспокойства. Ранее для оценки психоэмоционального статуса пациентов использовали медико-социальное анкетирование, но достоверность этих данных не является стопроцентной, так как пациенты могут совершать сознательные или бессознательные ошибки при ответах в тестировании. Результаты медико-социального анкетирования в идеале не должны зависеть от настроения испытуемого, степени его искренности, усталости, доверия и других обстоятельств. Наиболее достоверные результаты можно получить с помощью методик не зависящих от человеческого фактора, поэтому в нашем исследовании мы использовали оценку уровня серотонина в сыворотке крови у пациентов с повышенной стираемостью зубов. Одним из ведущих нейрохимических механизмов формирования тревожного расстройства и показателей влияния продолжительного стресса является истощение катехоламиновой нейротрансмиттерной системы. Кроме того, формирование аффективных расстройств обусловлено дисбалансом (гипо-,

гипер- или дисфункция) взаимодействий между норадренергической, серотонинергической, а также пептидергической системами. Диагностическое значение для выявления причин развития депрессивного состояния, а также оценки проводимой терапии имеют метаболиты катехоламинов и серотонина: VMA (ванилилминдальная кислота) основной метаболит адреналина и норадреналина 5-HIAA (5-гидроксииндолуксусная кислота)- основной метаболит серотонина. Уровень серотонина в плазме крови может предоставить достоверную информацию относительно уровня активного трансмиттера в синоптической щели центральных синопсов.

Одной из причин повышенной генерализованной стираемости зубов является гипертонус жевательных мышц, который возникает в результате хронического эмоционального стресса, связанного со снижением серотонина [6]. Известно, что длительно существующая стрессовая ситуация приводит к возникновению депрессивных состояний, проявляющихся психовегетативным синдромом в виде тревоги, депрессии, ипохондрических проявлений.[7]

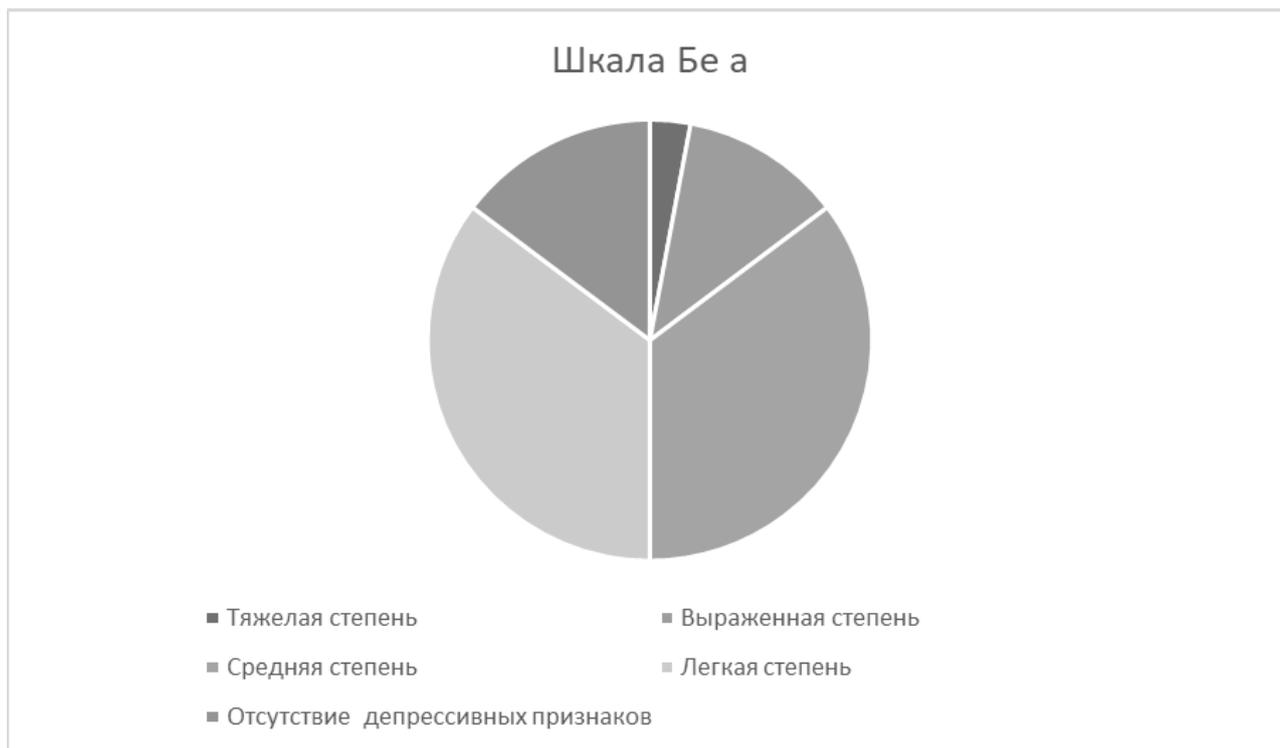
Вместе с тем определенным протокол лечения и ведения пациентов с повышенной стираемостью зубов, сопровождающейся нарушением психоэмоционального состояния, но до сих пор не внедрен в практику стоматологии, это послужило основанием к проведению настоящего исследования.

Цель исследования

Проведение анализа уровней различной тревожности, выявление депрессивных состояний у пациентов с повышенной генерализованной стираемостью зубов на фоне патологии прикуса.

Материалы и методы

В основную группу исследования вошли 25 из 67 пациентов, с жалобами на повышенный гипертонус жевательных мышц, усталость в области жевательных мышц и эстетическая неудовлетворенность прикусом. По классификации М.Г. Бушана (1978) глубина поражения твердых тканей зуба соответствовала 1–2 степени. Пациентам данной группы не проводилось ранее ортодонтическое лечение, отсутствовали травмы и оперативные вмешательства в челюстно-лицевой области. Возраст пациентов варьировался от 14–29 лет. Всем пациентам до начала лечения проводился единый комплекс диагностических мероприятий, а именно: стандартный протокол фотографий (внутриротовые, фотографии лица и улыбки в профиль в фас, выполненных в НРР), КЛКТ черепа, получение гипсовых



| Показатель | Основная группа | Контрольная группа | Достоверность |
|-------------------------------|-----------------|--------------------|---------------|
| Шкала Бека (баллы) | 27,0(15,0;29,0) | 7,0(3,0;19,0) | p= 0,0003 |
| Тест Спилберга-Ханина (баллы) | 37,0(29,0;45,0) | 15,0(11,0;29,0) | p= 0,0001 |
| Торонтская шкала алекситимии | 66,0(60,0;75,0) | 55,0(40,0;62,0) | p= 0,0001 |

p — статистическая значимость между сравниваемыми группами

моделей челюстей с последующей гипсовкой в артикулятор SAM 3, медико-социальное анкетирование: шкалы депрессии Бека (BDI, 1961) и теста реактивной и личностной тревожности (И.Д. Спилбергер-Ханин, 1976), торонтская шкала алекситимии. В данной методике применялась анкета, состоящая из 120 вопросов, которую заполняли пациенты. При анализе полученных данных определялся уровень депрессии, личностная и реактивная тревожность, уровень алекситимии, так же выполнен анализ крови на определение уровня серотонина в сыворотке крови. В контрольной группе пациенты без признаков повышенной генерализованной стираемости зубов и жалоб на гипертонус жевательных мышц.

Интерпретация результатов исследования уровня серотонина в сыворотке крови:

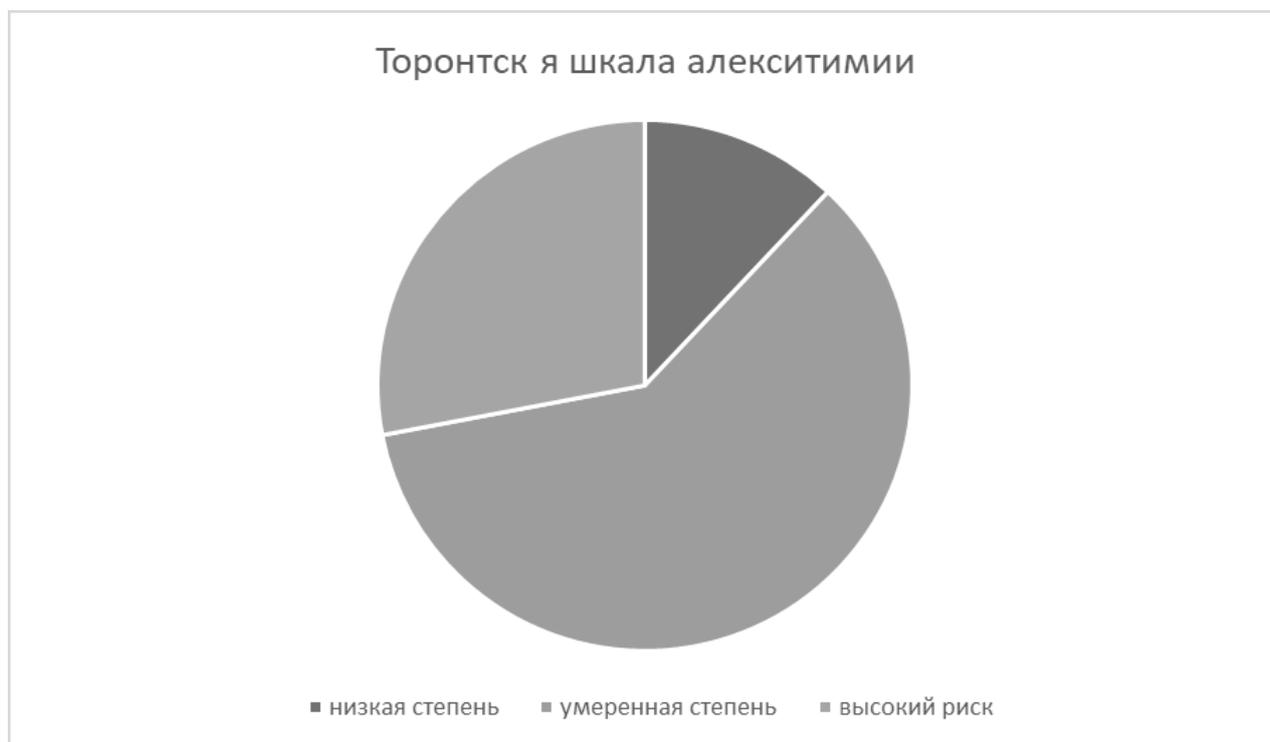
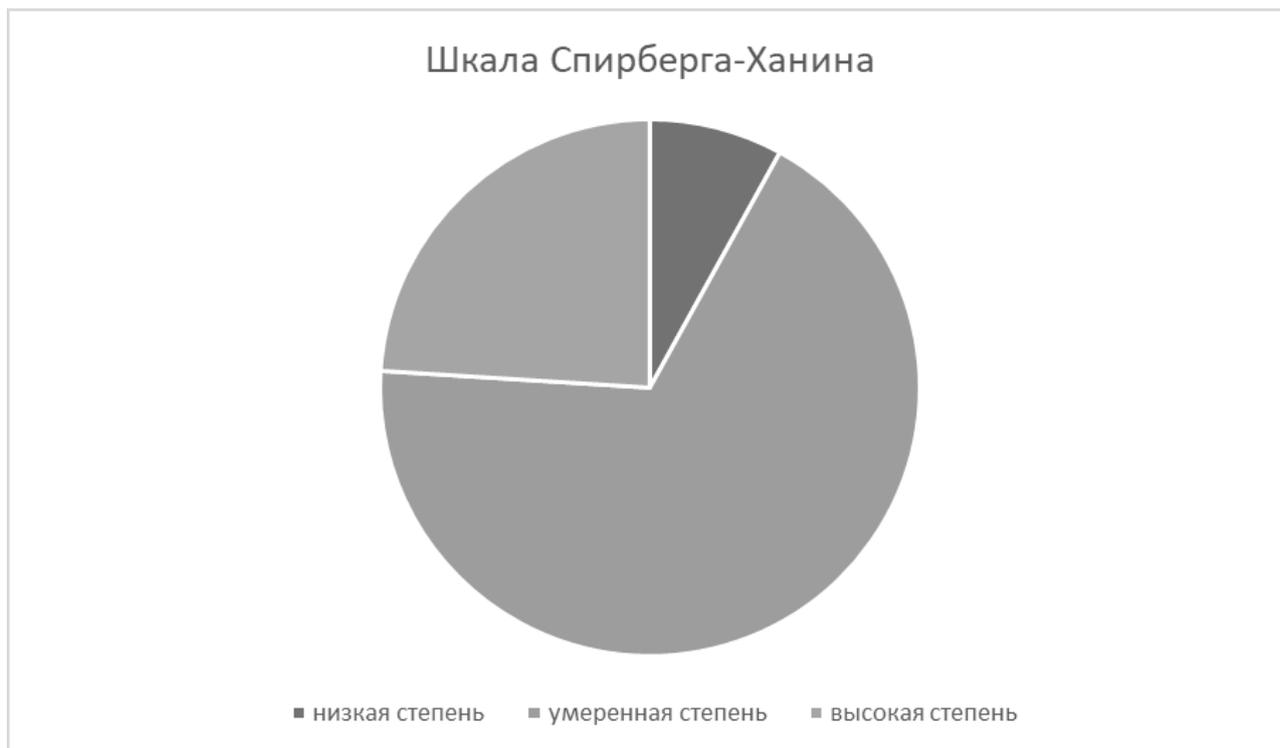
- ◆ При концентрации уровня серотонина крови 55 нг/мл и выше диагностировали отсутствие предрасположенности к гипертонусу жевательных мышц.

- ◆ При снижении концентрации уровня серотонина крови ниже 55 нг/мл диагностировали гипертонус жевательных мышц.

Статистическая обработка полученных данных была проведена на персональном компьютере типа IBM PC/AT с использованием пакета прикладных программ Statistica 7.0 и электронных таблиц Excel 2007. Достоверными считали данные, для которых вероятность ошибки (p) была меньше 0,05 (p<0,05).

Результаты исследования

Анализ параметров психоэмоционального статуса по шкале депрессии Бека у пациентов основной группы выявил тяжелую степень депрессивных нарушений у одного пациента(3%), выраженная степень депрессии выявлена у 4 пациентов(12%), средняя степень депрессивных признаков обнаружена у 3 пациентов(35%), легкая степень у 12 человек (35%), отсутствие депрессивных признаков у 5 пациентов (15%).



| | Основная группа | Контрольная группа | Достоверность |
|------------------------------|-----------------|--------------------|---------------|
| Показатели серотонина, нм/мл | 40,0(38,0;60,0) | 150,0(100,0;220,0) | p= 0,0001 |

p — статистическая значимость между сравниваемыми группами

Показатели теста реактивной и личностной тревожности по шкале Спилбергера-Ханина у пациентов основной группы выявили низкую степень тревожности у 2 пациентов (8%), умеренно выраженную тревожность у 17 пациентов (68%), высокую тревожность у 6 пациентов (24%).

Показатели теста оценки уровня алекситимии по Торонтской шкале у пациентов основной группы выявили низкую степень уровня алекситимии у 3 пациентов (12%), умеренно выраженную степень у 15 пациентов (60%), высокий риск у 7 пациентов (28%).

Следует отметить, что анализ показателей уровня серотонина в сыворотке крови у пациентов с генерализованной формой повышенной стираемости твердых тканей зубов второй степени на фоне гипертонуса жевательных мышц продемонстрировал возможность прогностической интерпретации лабораторного биомаркера. Уровень серотонина в сыворотке крови может

выступать в качестве маркера наличия патологической стираемости зубов на фоне гипертонуса жевательных мышц и выраженности депрессивных признаков даже на начальных стадиях ее развития, когда клинических проявлений со стороны органов полости рта на диагностическом этапе обследования еще нет. Данный факт способен иметь немалое практическое значение для ранней профилактики повышенной стираемости твердых тканей зубов.

ВЫВОДЫ

Повышенная генерализованная стираемость зубов характерна для лиц, испытывающих частое нервное перенапряжение и с наличием тревожных расстройств, которые подтверждены на нейробиологическом уровне. Следовательно, участие смежных специалистов в лечении пациентов с патологической стираемостью зубов является неотъемлемой частью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнов С.Д. Определение площади окклюзионных контактов зубных рядов / С.Д. Арутюнов, Л.А. Брутян, М.М. Антоник, В.В. Щербakov // Российский стоматологический журнал. — 2017. — Т. 21- № 6. — С. 300–303.
2. Персин, Л.С. Стоматология. Нейростоматология. Дисфункции зубочелюстной системы / Л.С. Персин, М.Н. Шаров. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — 360 с.
3. Герасимова, Л.П. Исследование функционального состояния собственно жевательной и височной мышц височно-нижнечелюстного сустава при мышечно-суставной дисфункции, связанной с окклюзионными нарушениями, с применением электромиографа / Л.П. Герасимова, Б.Р. Якупов // Наука в центральной России. — 2013. — № 4. — С. 178–181.
4. Уровень тревожности и некоторые показатели гемодинамики у стоматологических больных / И.В. Старикова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2019. № 2. С. 150.
5. Хомская Е.Д. Нейропсихология. СПб: Питер, 2018. 496 с.
6. Демнер, Л.М., Залигян А.П. Клиника и лечение бруксизма / Л.М. Демнер, А.П. Залигян // Стоматология. — 1986. — N5. — С. 77–79.
7. Дроздовский Ю.В. Клиника формирующихся расстройств личности у подростков с нарушениями поведения (динамический, социальнопсихологический, профилактический аспекты): диссертация доктора медицинских наук. — Томск, 2003. — 490 с.

© Адмакин Олег Иванович, Мамедов Адиль Аскерович,
Дыбов Андрей Михайлович, Глазкова Алина Вячеславовна (ang1292@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ГЛИМФАТИЧЕСКАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ ГЛАЗА: АНАТОМО-ГИСТО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

GLYMPHATIC FLOW OF THE EYE: ANATOMO-HISTO-PHYSIOLOGICAL ASPECTS

**Z. Beisekeyeva
J. Kulumbetovna
S. Kochergin**

Summary. Glymphatic pathways and circulation flow routes in posterior segment of the eye were analyzed in this review according to the eye's ultrastructure and physiology. The vitreous body, retina, optic nerve and uveal tract constitute a unified structural and functional complex, providing constant physiological glympho-lymphatic fluid circulation in the eye and glympho-glymphatic circulation between eye and brain provided by the two-directional fluid flow along the optic nerve and its sheaths. There is an interstitial fluid flow existing through internal layers of retina and along the axons of ganglion cells to the optic nerve and its sheath where excessive fluid is absorbed into the subarachnoid space. If a dysfunction of outer retinal-blood barrier occurs resulting in fluid accumulation before RPE, then excess water discharges into the vitreous and the innermost retina layer, passing towards the optic nerve and contributing to glaucomatous optic disc cupping. Possible glymphatic flow routes of the human eye were described. This may help to understand the pathogenesis of glaucoma and various eye diseases.

Keywords: glymphatic, interstitial flow, vitreous body, retina, glia, Muller cells, glaucoma, optic nerve cup, glaucomatous optic neuropathy.

Бейсекеева Жулдыз Сериковна

*К.м.н., врач-офтальмолог, многопрофильная
клиника МедПрайм
julbs2015@gmail.com*

Кулумбетовна Джамиля Елеусизовна

К.м.н., врач-офтальмолог, генетик

Кочергин Сергей Александрович

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ДПО «Российская
медицинская академия непрерывного
профессионального образования» Министерства
Здравоохранения Российской Федерации
prokochergin@rambler.ru*

Аннотация. В данном обзоре описаны пути глимфатической циркуляции внутритканевой и внутриглазной жидкости в норме и при патологии на основе данных по ультраморфологии тканей глаза и клинических проявлений глазных заболеваний. Стекловидное тело, сетчатка, зрительный нерв и сосудистая оболочка представляют собой единый комплекс, обеспечивающий ток интерстициальной жидкости и её взаимодействие с цереброспинальной жидкостью и системным кровотоком. Жидкость в сетчатке идёт по паравазальным пространствам её магистральных сосудов к ДЗН, отдавая по ходу часть жидкости в полость стекловидного тела в местах его прикрепления с сетчаткой при её избытке. В толще сетчатки в норме существует интерстициальный ток жидкости вдоль паравазальных пространств внутренних слоёв сетчатки и по ходу аксонов ганглионарных клеток в сторону ДЗН, где она впитывается в подпаутинное пространство зрительного нерва. Нами дано описание циркуляции внутриглазной жидкости в аспекте глимфатической системы. Понимание глимфатических аспектов циркуляции жидкости в глазу позволит прояснить взаимодействие различных элементов патогенеза первичной глаукомы, а также других глазных заболеваний.

Ключевые слова: глимфатический (интерстициальный) ток, стекловидное тело, сетчатка, глия, глаукома, клетки Мюллера, глаукоматозная оптическая нейропатия (ГОН).

Введение

Циркуляция внутриглазной жидкости (ВГЖ) представляет большой интерес для офтальмологов на протяжении многих столетий, главным образом, в связи с вопросом этиопатогенеза первичной глаукомы. В 2012г Iliff JJ с соавторами произвёл «реоткрытие» пространств Вирхова-Робена (1859) в головном мозгу в виде единой сообщающейся сети паравазальных пространств артерий и вен, обеспечивающей циркуляцию интерстициальной жидкости с продуктами метаболизма [1,2]. В связи с этим появился новый

взгляд на обмен внутритканевой жидкости благодаря открытой, так называемой, глимфатической системе, обеспечивающей при помощи глиальных клеток обмен тканевой жидкости между паравазальным пространством, нервной тканью и субарахноидальным пространством при участии циркадных ритмов и пульсовой волны [3–5]. В 2018г в организме человека в толще стенки протоков полых органов и в мягких тканях *in vivo* была описана ретикулоинтерстициальная система оттока тканевой жидкости, состоящая из подслизистых коллагеновых фибрилл и фибробластоподобных клеток [6].

Некоторые исследователи высказали предположение о том, что патология лимфатического тока глаза лежит в основе патогенеза глаукомы и возрастной макулярной дегенерации, но конкретных путей тока интерстициальной жидкости в глазу ими описано не было [7,8]. Клинические офтальмологи предполагают, что интерстициальный лимфатический ток присутствует в сетчатке глаза и участвует в патогенезе ряда глазных заболеваний, например, при микрокистозной макулопатии на уровне внутреннего ядерного слоя [9] и при увеитах паравазально [10,11]. Повреждение аксонов ганглионарных клеток в области склерального края, решетчатой мембраны и преламинарной части зрительного нерва является важным элементом патогенеза глаукомы, но в её основе лежит нарушение гидродинамических и метаболических процессов, которое затрагивает все структуры глаза. Лимфатические маркеры были обнаружены в Шлеммовом канале, конъюнктиве, цилиарном теле, эписклере, хориоиде, супрахориоиде, параоболочечных пространствах зрительного нерва, параорбитальной клетчатке и в роговице в условиях воспаления [12–17]. Но большинство этих структур не являются лимфатическими согласно принятым нормативам [18], и маркеры определялись в фибробластоподобных клетках. Глаз, как и мозг, не имеет лимфатических капилляров. Недавно были обнаружены лимфатические маркеры в тканях премакулярной и ретролентальной сумок, полученных во время плановой витрэктомии [19]. Циркуляция ВГЖ в аспекте лимфатической системы по аналогии и в связи с головным мозгом является предметом большого научного интереса.

Прозрачное стекловидное тело и сетчатка

Стекловидное тело, являющееся продуктом мезенхимы и эктодермы [20], представляет собой две стабилизирующие друг друга трёхмерные структуры — коллагеновую и глюкозаминогликановую, с особым вязкоэластическим свойством. Благодаря гидрофильным фибриллам коллагена, погруженным в воду с белково-углеводными комплексами, имеет свойства коллоида и может абсорбировать воду во много раз больше своей массы. Также в нём обнаружены клетки, типичные резиденты соединительной ткани. В структуре стекловидного тела различают центральный (Клокотов) канал, который над ДЗН образует преоптическую сумку, а над макулярной зоной — премакулярную сумку, располагающуюся в пределах сосудистых аркад. Worst J описал структуру стекловидного тела как систему сообщающихся полостей, расположенных в 3 яруса циркулярно вокруг центрального канала [21]. Махачёва З.А. отмечала участие стекловидного тела в гидродинамическом обмене, подробно описала структуру чашеобразной премакулярной сумки и считала каналец

между сумками причастным к патогенезу глаукомы [22]. Петролентальное пространство Бергера с его fossa patellaris соединено через центральный канал с сумками заднего отрезка глаза: наружные 2/3 сообщаются с премакулярной сумкой, а внутренние 1/3 через оптикоцилиарный канал с преоптической сумкой. Передний базис стекловидного тела с ретролентальной сумкой описан благодаря исследованиям Кислицыной Т.Н. [23]. Наружная стенка стекловидного тела представляет собой компактный слой истончённых волокон [24], который свободно прилежит ко внутренней пограничной мембране (ВПМ) через адгезивные молекулы экстрацеллюлярного матрикса (ЭЦМ) за исключением четырёх зон: базис стекловидного тела, область вокруг ДЗН, в фовеа и над магистральными сосудами сетчатки, где адгезия очень плотная. В периферической сетчатке обнаружены «паукообразные тельца», окружающие сосуды и соединяющиеся с ВПМ. Над магистральными сосудами ВПМ истончена и содержит поры, в которые входят витреальные волокна и окутывают сосуды, формируя «витрео-ретино-васкулярные ленты». Вещества, размером более 10–15 нм через поры ВПМ не проходят. Передние волокна стекловидного тела кпереди от ora serrata формируют переднюю петлю базиса, которая фиксируется к базальной мембране беспигментного цилиарного эпителия. Плотные упакованные волокна задней порции базиса стекловидного тела фиксируются к ВПМ, в её щелях, образуя мощный витреоретинальный контакт [25,26].

Сетчатка млекопитающих при патологоанатомической отсепаровке крайне неохотно отделяется от стекловидного тела, но её возможно выделить единым блоком вместе со зрительным нервом, оставляя пигментный эпителий на хориоиде, при этом она производит впечатление крайне увлажнённой ткани. Соединительнотканый остов нейросенсорной сетчатки был описан ещё в 19 веке [27]. Межклеточная субстанция сетчатки, её «внутренняя среда», при специальной окраске по Футу имеет вид мелкодисперсной коллоидной массы и заполняет все промежутки между её структурными элементами [28]. ЭЦМ в тканях головного мозга состоит из отрицательно заряженных гидрофильных глюкозаминогликанов, которые притягивают катионы и воду [5]. Нейроглия сетчатки состоит из нескольких типов глиальных клеток: клетки Мюллера, паукообразные клетки, астроциты, горизонтальные тяжи глиальной ткани и микроглия. В слое нервных волокон и во внутреннем плексиформном слое видны пучки глиальных волокон. Горизонтальные боковые отростки клеток Мюллера, сплетаясь, образуют ячеистые сети [28].

По современным данным ткань премакулярной сумки содержит тучные клетки [29]. Неустановленные

клетки, предположительно астроциты, были обнаружены на дне фовеолярной ямки [30]. Они экспрессировали аквапорин-4 — основной трансмембранный белок глимфатического обмена жидкости [30]. Клетки Мюллера Z-образно располагаются и образуют каркас в макулярной зоне [31]. Основной их функцией является абсорбция жидкости из нейросенсорной сетчатки и поддержка функционирования гематоретинального барьера [32,33]. Установлено, что на мембранах отростков клеток Мюллера находятся калиевые каналы [9] и аквапорин-4 [34], который также экспрессируется на отростках фиброзных астроцитов зрительного нерва. На апикальных отростках пигментных клеток сетчатки экспрессируется аквапорин-1 [35], также как и в хориоидее и радужке [36]. Установлено, что в заднем отрезке часть жидкости из витреума выводится через ретинальный пигментный эпителий (РПЭ) в сторону хориоидеи [37].

В сетчатке есть несколько зон, в которых отсутствуют капилляры: фовеа, крайняя периферия на протяжении 1,5 мм от ретинальных зубцов и области, прилежащие к магистральным сосудам. Внутренние слои нейросенсорной сетчатки питаются из системы центральной артерии сетчатки, а наружные слои из хориокапилляров. Вокруг ДЗН определяется четыре слоя капиллярной сети [38], на крайней периферии — один слой, а в макулярной области по данным спектральной ОКТ — поверхностный и глубокий. Но по данным конфокальной микроскопии в макулярной зоне их определяется три: поверхностный, промежуточный и глубокий, причём глубокий слой берёт начало маленькими артериолами диаметром 8,3 нм из промежуточного, а его вены впадают в ЦВС на уровне слоя ганглионарных волокон [39]. Интересно, что на speckle variance ОСТ глубокие капилляры сетчатки имели чёткообразные расширения, как и бывают у лимфатических капилляров [40], и авторы затруднялись объяснить этот обнаруженный факт. Диаметр и плотность перипапиллярных капилляров в четырёх сетях разная, и прямое сообщение с прекапиллярными артериолами и венами имеют лишь капилляры поверхностной сети. Глубокий перипапиллярный капиллярный слой представляет собой плоскую, линейную сеть из слепо заканчивающихся сосудистых петель [38].

РПЭ обеспечивает ионнозависимый обмен молекул воды и метаболитов. Он имеет нейроэктодермальное происхождение, выполняет глиальные функции, но сходен с ретикуло-эндотелиальной системой. Различные изоформы карбангидразы экспрессируются в беспигментном эпителии цилиарного тела [41], Мюллеровых клетках, астроцитах, РПЭ [42], а также в колбочках за исключением синих, и не экспрессируется палочками [43]. Базальная мембрана РПЭ и некоторые элементы мембраны Бруха секретируются самими пиг-

ментными клетками, но хориоидея вносит значительный вклад в синтез компонентов мембраны Бруха, гидропроницаемость которой с возрастом уменьшается [44]. РПЭ экспрессирует большое количество генов, кодирующих белки ЭЦМ и их деградацию [45].

Клетки Мюллера тесно взаимодействуют с сосудистыми капиллярами и всеми типами зрительных нейронов ввиду их тесного пространственного взаиморасположения [46], при этом пери- и параваскулярные пространства на уровне капилляров сливаются воедино [47]. Интересно отметить, что в норме капилляры верхних и нижних ветвей ЦАС практически никогда не пересекают линию нейронального шва. Дефекты поля зрения на начальных стадиях глаукомы также редко пересекают горизонтальный меридиан, т.е. определённую гемисферу, а дефекты по обе стороны от горизонтального меридиана обнаруживаются на развитых стадиях [48].

Паравазальные (атипичные) решетчатые дегенерации предполагают нарушение обменных процессов в паравазальных областях сетчатки. Типичные периферические дистрофии сетчатки (улитки, решетчатые) вероятно связаны с нарушением связей с ретроцилиарными цистернами стекловидного тела в этой проекции. При разрывах сетчатки, как периферических, так и макулярных, формируются интратретинальные кисты. Периферические сенильные ретиношизисы, локализуемые чаще в нижне-наружном квадранте, проявляются расщеплением нейросенсорной сетчатки с образованием интратретинальных полостей над и/или под наружным плексиформным слоем [49].

При инфекционных увеитах обнаружены расширенные паравазальные ретинальные пространства с признаками присутствия клеток иммунной системы [11]. Интересно отметить, что при инфекционных увеитах патологический процесс располагается преимущественно перипапиллярно, паравазально, в макуле или на крайней периферии.

Некоторые макулярные отёки не определяются при флюоресцентной ангиографии сетчатки (ФАГ), но на ОКТ отмечается скопление жидкости в наружных слоях сетчатки. Они встречаются как побочное действие лекарственных средств из группы таксанов и никотиновой кислоты и в первые сутки после несложной хирургии катаракты, предположительно, вследствие токсического эффекта цефуроксима на проницаемость РПЭ [50]. Также без просачивания на ФАГ протекают макулярные отёки при наследственных заболеваниях сетчатки [51]. Микрокистозная макулопатия в виде интратретинальных полостей во внутреннем ядерном слое, которая проявляется, например, при

системном рассеянном склерозе, является транзиторной [33]. Но при хронических формах псевдофакичного кистозного макулярного отёка (КМО) помимо полостей в наружных слоях сетчатки патоморфологически отмечаются: перивазальная инфильтрация воспалительными клетками, отёк Мюллеровых клеток, отёк митохондрий в преламинарных аксонах ганглионарных клеток, дегенерация астроцитов и окклюзия поверхностных ретинальных капилляров [52,53]. Важно отметить, что КМО возникает также и после витрэктомии. При удалении стекловидного тела по поводу плавающих помутнений у относительно здоровых пациентов макулярный отёк возникает в 5,5% [54]. Также замечена в большинстве случаев некоторая атрофия нейроэпителия после витрэктомии с пилингом ВПМ. Всё это говорит о важной роли стекловидного тела и клеток Мюллера в регуляции водно-трофического гомеостаза сетчатки. При гипотонических макулярных отёках после антиглаукоматозных операций [55] не определяется пропотевание капилляров на ФАГ, а только лишь из капилляров ДЗН, также как при макулярных отёках при неинфекционных увеитах [56]. Следует отметить, что свечение ДЗН в поздней венозной фазе ФАГ в большинстве случаев встречается как вариант нормы, и некоторый объём ВГЖ в норме оттекает через межоболочечное пространство зрительного нерва [57].

На ОКТ снимках здоровых людей в толще стекловидного тела в проекции над ретинальными сосудами выявлены гипозохогенные каналы [24,58], которые соединяются с витреальными цистернами. В условиях воспаления и гипергидратации тканевая жидкость через паравазальные пространства ретинальных сосудов попадает в витреальную полость [10,11]. При этом в норме происходит отток ВГЖ из стекловидного тела по паравазальным пространствам сетчатки в сторону ДЗН [59,60]. При помощи ОКТ зафиксировано скопление жидкости в толще сетчатки в виде перипапиллярного ретиношизиса в области магистральных сосудов у больных всеми видами глаукомы и с подозрением на неё в 1–6% случаев [61–63], или в виде серозной отслойки макулярного нейроэпителия [63,64]. Транзиторные микрокистозные изменения внутреннего ядерного слоя в макулярной зоне описаны не только при оптико-невритах [33], но и при первичной глаукоме [65].

Сосудистая оболочка

Супрахориоидея в некоторых областях так тесно сращена со склерой, что при отсепаровке остаётся клочками на склере. Наличие анатомо-функциональных связей между рефракцией, аккомодацией, внутриглазным давлением и увеосклеральным/интерстициальным оттоком отмечено в работах Золотарёва А.В. [66,67]. Мембрана Бруха (membrane limitans vitrea) про-

должается кпереди глазного яблока, являясь местом прикрепления дистальной порции аккомодационной мышцы Брюкке (m. tensor chorioideae) и пройдя далее, теряя в области pars plana слой эластических волокон, заканчивается у края зрачка, где её огибает слой пигментного эпителия [68]. В 70-х годах прошлого века Нестеров А.П. предположил вовлеченность аккомодации в патогенез глаукомы, позднее эту идею поддержал Золотарёв А.В., подкрепив гистологическими исследованиями супрахориоидеи, а недавно лабораторией М. Nedergaard было показано, что закапывание атропина или пилокарпина значительно уменьшает лимфатический отток через зрительный нерв у мышей [60]. Аккомодация вызывает смещение кпереди переднего базиса стекловидного тела и комплекса периферическая хориоидея-сетчатка, что было зафиксировано с помощью УБМ у людей и приматов [69].

Строение хориоидеи в виде трёхслойной сети из разнокалиберных сосудов напоминает структуру лимфатических сосудов париетального листка плевры, а её дольчатость — плаценту. Хориокапилляры образуют специфическое ложе, в котором экспрессируются лимфатические маркёры [15,17]. Функции сосудистой оболочки до конца не ясны, но известно, что она обладает вегетативной иннервацией, в её строении находятся ганглиозные клетки, увеальные меланоциты и фиброциты. В макулярной зоне находится самая большая по толщине и площади хориокапиллярная долька, а ВПМ здесь самая тонкая. Клетки РПЭ в макуле выше и шире, эластический слой мембраны Бруха здесь тонкий и фенестрированный [44]. Венулы собирают кровь из нескольких хориоидальных долек и не совпадают с артериолами, и их количество меньше, чем приносящих артериол. Установлено, что сосуды хориоидеи обладают меньшей способностью к ауторегуляции и имеют гораздо меньшее количество перicyтов вокруг венул по сравнению с сетчаткой [70]. При этом кровоток в хориоидее составляет до 65–85% кровоснабжения глаза. Предполагается, что одна из её функций — это отвод избытка тепла от наружной сетчатки.

Зрительный нерв

Все оболочки зрительного нерва являются непосредственным продолжением оболочек головного мозга. В 1911 г. Schiack F в своем исследовании патогенеза застойного соска зрительного нерва в рамках транспортной теории использовал термин «лимфатическое периваскулярное пространство», расположенное в соединительной ткани аксиального пучка. Но Behr C доказал, что ток тканевой жидкости в зрительном нерве происходит не по лимфатическим периваскулярным пространствам, а в самой нервной ткани интрафасцикулярно, вдоль глиальных пространств [71].

На ранних этапах эмбрионального развития пространство между наружным пигментным и внутренним нейросенсорным слоем глазного бокала соединяется через глазной стебелёк с зачатком промежуточного мозга — будущей полостью III мозгового желудочка. Глаз, являясь дериватом мозга, может быть рассмотрен по аналогии с его строением. При этом склера соответствует твердой мозговой оболочке, арахноидея с сосудами под ней — хориоидее, мягкая мозговая оболочка — внутренней и наружной пограничной мембранам, внутренние слои сетчатки, питающиеся от ретинальной артерии — корковому веществу мозга, наружные слои сетчатки — белому веществу мозга, а витреальная полость — желудочковой системе головного мозга. Сравнение условное, но оно позволяет определить сходство в вопросе глимфатического тока жидкости. Несколько слоёв глиальных астроцитов, сливаясь с базальной мембраной Бруха, формируют промежуточную ткань Кунта, отделяющую РПЭ и фоторецепторы от зрительного нерва [72]. Экспериментальные работы на мышцах подтверждают наличие двунаправленного тока жидкости в зрительном нерве и его оболочках [60,73], а также наличие интерстициального тока в толще сетчатки [60]. У мышей с экспериментальной глаукомой жидкость из витреальной полости попадает прямо в межаксональное пространство зрительного нерва, тогда как у здоровых мышей жидкость по градиенту гидростатического давления течёт вдоль аксонов ганглионарных и амакринных клеток и в области ДЗН впитывается в венозные капилляры оболочек зрительного нерва. При этом, при свете глимфатический ток был более выражен, чем в темноте [60].

В теории Волкова В.В. отмечается роль давления СМЖ и значение тканеликворной гипотензии в патогенезе развития глаукомной оптической нейропатии, что подтверждается при разных видах глаукомы [74]. Morgan WH в 2012г выявил, что пульсация ЦВС находится в фазовой зависимости от внутричерепного давления [75].

Интерстициальный/глимфатический ток глаза

ВГЖ, секретируемая цилиарными отростками, вероятно, питает не только роговицу и хрусталик, но и аваскулярную макулярную зону через центральный канал. Жидкость из макулы всасывается в основном в паравенозные пространства внутренних слоёв сетчатки и течёт в сторону ДЗН. Химические реакции с участием аскорбиновой кислоты и перекиси водорода и ферментов в стекловидном теле также должны вносить свой вклад в образование молекул воды. Жидкость в стекловидном теле циркулирует сзади наперёд в переднюю камеру и спереди назад в сторону сетчатки по законам

конвекции благодаря давлению и разнице температур [26]. Движущей силой тока жидкости в стекловидном теле и в толще сетчатки являются: (i) пульсовая систолическая волна, которая периодически смещает сетчатку с хориоидеей кзади, увеличивая ПЗО на 0,1 мм и повышая ВГД на 2 мм рт.ст. [76]; (ii) сокращение и расслабление аккомодационных мышц глазного яблока, которые тянут комплекс хориоидея-сетчатка кпереди и способствуют движению жидкости в передне-заднем направлении [69]; (iii) давление ВГЖ, повышение которого приводит к увеличению скорости элиминации веществ из стекловидного тела [26]. Сокращение экстраокулярных мышц, моргание и саккады также вносят свой вклад. Зрительный сигнал также играет роль, судя по экспериментальным данным [60,77].

Оба плексиформных слоя, вероятно, играют буферную и регулирующую водные потоки роль, т.к. именно в этих слоях экспрессия аквапорина-4 на отростках мембран клеток Мюллера, контактирующих с капиллярными сетями, самая высокая [34]. Промежуточный капиллярный слой в парафовеа проецируется на внутренний плексиформный и верхнюю границу внутреннего ядерного слоя [39,40]. Толщина наружного плексиформного слоя (НПС) и по данным ОКТ, и на гистологии с перфузией сосудов всегда выше, чем определяется при способах фиксации тканей с обезвоживанием, причём не только в макулярной зоне, но и в 3 мм выше ДЗН [38,40], что говорит о наличии в норме водных пространств в НПС. Нахождение сверху глубокого капиллярного слоя с петлевыми слепыми концами подтверждают это предположение. ЭЦМ фоторецепторов предполагает наличие большего числа молекул воды и продуктов метаболизма. Аксоны ДЗН защищены от этого слоя промежуточной тканью Кунта, и в норме сброс интерстициальной жидкости из субретинального пространства может происходить в витреум через аквапорины-4 концевых отростков клеток Мюллера на ВПМ по осмотическому градиенту [34], о чём свидетельствует обнаружение некоторых облигатных белков матрикса фоторецепторов при протеомном анализе стекловидного тела [78,79].

Ретинальные бухты и отростки (область *ora serratae*) представляют интерес, учитывая бессосудистость периферической сетчатки. Вплетенные в ВПМ волокна базиса витреума, вероятно, служат «прелимфатическими якорными филаментами», обеспечивающими отток избыточной жидкости из стекловидного тела.

Заключение

В аспекте интерстициального/глимфатического тока стекловидное тело, сетчатка, зрительный нерв и сосудистая оболочка и все паравазальные пространства

составляют единый структурно-функциональный комплекс, участвующий в непрерывной лимфатической циркуляции жидкости в глазу. Клетки Мюллера объединяют субретинальное пространство, витреум, толщ

сетчатки и её паравазальные пространства. Для понимания этиопатогенеза многих глазных заболеваний необходимы дальнейшие исследования в области интерстициального тока жидкости в норме и при патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравцова ИЛ, Недзведь МК. Морфологические особенности и локализация Вирхов-Робеновских пространств в головном мозге. Проблемы здоровья и экологии, 2013; (3): 22–27
2. Iliff JJ, Wang M, Liao Y, et al. A paravascular pathway facilitates CSF flow through the brain parenchyma and the clearance of interstitial solutes, including amyloid β . *Sci Transl Med*, 2012; 4 (147):147–151. doi:10/1126/scitranslmed.3003748.
3. Iliff JJ, Wang M, Zeppenfeld DM, et al. Cerebral arterial pulsation drives paravascular CSF-interstitial fluid exchange in the murine brain. *The Journal of Neuroscience*, 2013;13(46):18190–18199. doi:10.1523/jneurosci.1592–13.2013.
4. Mestre H, Mori Y, Nedergaard M. The brain glymphatic system: current controversies. *Trends in Neurosciences*, 2020; 43 (7):458–466.
5. Bakker E, Bascani BJ, Arbel-Ornath M, et al. Lymphatic clearance of the brain: perivascular, paravascular and significance for neurodegenerative diseases. *Cell Mol Neurobiol*, 2016; 36:181–194. doi:10.1007/s10571–015–0273–8.
6. Benias PC, Wells RG, Sackey-Adoagye B, et al. Structure and distribution of an unrecognized interstitium in human tissues. *Nature: scientific reports*, 2018; 8:4947–4955. doi:10.1038/s41598–018–23062–6
7. Wostyn P. The glymphatic system: a new player in ocular diseases? *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57:5426–5427. doi:10.1167/iovs.16–20262
8. Wostyn P, De Groot V, Van Dam D, et al. The glymphatic hypothesis of glaucoma: a unifying concept incorporating vascular, biomechanical, and biochemical aspects of the disease. *BioMed Res Int*. 2017, article ID5123148. doi:10/1155/2017/5123148
9. Petzold A. Retinal glymphatic system: an explanation for transient retinal layer volume changes? *Brain*, 2016;139 (11);2816–2819. doi:10.1093/brain/aww239
10. Denniston AK, Keane PA. Paravascular pathways in the eye: is there an “Ocular Glymphatic System”? *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015;56(6):3955–3956.
11. Errera M-H, Coisy S, Fardeau C. Retinal vasculitis imaging by adaptive optics. *Ophthalmol*, 2014; 121:1311–1312, e2.
12. Черных ВВ, Бгатова НП. Лимфатические структуры глаза и увеолимфатический (метаболический) путь оттока внутриглазной жидкости. Часть 1. Национальный журнал глаукома. 2018; 17(1):3–13
13. Бородин ЮИ, Бгатова НП, Ноговицына СР, с соавт. Лимфатическая система глаза. *Вестник офтальмологии*, 2018;2:86–90
14. Yücel YH, Johnston MG, Patel M, et al. Identification of lymphatics in the ciliary body of the human eye: a novel “uveolymphatic” outflow pathway. *Exp Eye Res*. 2009; 89(5):810–819. doi:10.1016/j.exer.2009.08.010
15. Sugita A, Inokuchi T. Lymphatic sinus-like structures in choroid. *Jpn J Ophthalmol*. 1992;36(4):436–442.
16. Cursiefen C et al. VEGF-A stimulates lymphangiogenesis and hemangiogenesis in inflammatory neovascularization via macrophage recruitment. *J Clin Invest*, 2004;113 (7):1040–1050
17. Heindl LM et al. Sufficient evidence for lymphatics in the developing and adult human choroid? *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015;56(11):6709–6710.
18. Schroedl F, Kaser-Eichberger A, Schlereth S, et al. Consensus statement on the immunohistochemical detection of ocular lymphatic vessels. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014; 55 (10):6440. doi:10.1167/iovs.14–15638
19. Morishita S, Sato T, Oosuka S, et al. Expression of lymphatic markers in the Berger’s space and bursa premacularis. *Int J Mol Sci* 2021; 22(4), 2086.
20. Бабич М.Е. Дисс. канд. мед наук «Гистофизиология стекловидного тела глаза человека в норме и при патологии», Владивосток, 2005г, стр.23
21. Worst J. Cisternal systems of the fully developed vitreous body in the young adult. *Trans Ophthalmol Soc UK* 1977, 97, 550–554.
22. Махачёва З.А. Учебное пособие Новое в анатомии стекловидного тела Изд Руспринт Москва 2006, стр.8–9
23. Кислицына Н., Новиков С., Колесник А. и др. Анатомо-топографические особенности передних кортикальных слоёв стекловидного тела. *Современные технологии в офтальмологии* 2017, 1, 66–71
24. Engelbert M. A new understanding of vitreous structure. Review, 2016 <http://www.reviewofophthalmology.com/article/a-new-understanding-of-vitreous-structure>
25. Николаенко В.П. Лекция № 14 Анатомия стекловидного тела, 2017 <http://gmpb2.ru/images//lektcii/Лекция%20№%2014.%20Анатомия%20стекловидного%20тела.ppt>
26. Varela-Fernandez R, Diaz-Tome V, Luaces-Rodriguez AL, et al. Drug delivery to the posterior segment of the eye: biopharmaceutic and pharmacokinetic considerations. *Pharmaceutics*, 2020,12,269.
27. Мейер. Рук. глазных болезней. Изд Русской книжной торговли 1875г, стр.238
28. Архангельский В.Н. Рук. глазным болезням, Медгиз, М.1962, т. 1, стр.162–167.
29. Sato T., Morishita S., Horie T., et al. Involvement of premacular mast cells in the pathogenesis of macular diseases. *PLoS ONE*14(2): e0211438.
30. Delaunay K., Khamsy L., Kowalczyk L., et al. Glial cells of the human fovea. *Mol Vis* 2020; 26:235–245
31. Matet A., Savastano M.C., Rispoli M., et al. En face optical coherence tomography of foveal microstructure in full-thickness macular hole: a model to study perifoveal Müller cells. *Am J Ophthalmol* 2015; 159 (6):1142–1151.
32. Reichenbach A., Wurm A., Pannicke T., et al. Müller cells as players in retinal degeneration and edema. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2007; (245):627–636.

33. Balk L.J., Killestein J., Polman C.H., et al. Microcystic macular oedema confirmed, but not specific for multiple sclerosis. *Brain*, 2012;135:1–2. doi:10.1093/brain/aws216
34. Nagelhus E.A., Veruki M.L., et al. Aquaporin-4 water channel protein in the rat retina and optic nerve: Polarized expression in Muller cells and fibrous astrocytes. *J. Neurosci.* 1998, 18:2506–2519.
35. Juuti-Uusitalo K., Delporte C., Gregoire F., et al. Aquaporin expression and function in human pluripotent stem cell-derived retinal pigmented epithelial cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(5):3510–3519. doi:10.1167/iovs.13–11800.
36. Huang OS, Seet L-F, Ho HW, et al. Altered iris aquaporin expression and aqueous humor osmolality in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2021;62(2):34.
37. Smith D, Lee C-J, Gardiner BS. No flow through the vitreous humor: how strong is the evidence? *Prog Ret Eye Res* 2020; 78:100845.
38. Chandrasekera E, An D, McAllister IL, et al. Three-dimensional microscopy demonstrates series and parallel organization of human peripapillary capillary plexuses. *Inv Ophthalmol Vis Sci.* 2018;59:4327–4344. doi:10.1167/iovs.18–24105
39. An D, Yu P, Freund KB, et al. Three-dimensional characterization of the normal human parafoveal microvasculature using structural criteria and high-resolution confocal microscopy. *Inv Ophthalmol Vis Sci* 2020; 61:3. doi:10.1167/iovs.61.10.3
40. Tan PE, Balaratnasingam C, Xu J et al. Quantative comparison of retinal capillary images derived by speckle variance optical coherence tomography with histology. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015(56):3989–3996.
41. Shahidullah M. Mechanisms of aqueous humor secretion, its regulation and relevance to glaucoma. Chapter In: *Glaucoma- basic and clinical concepts*, 2011.
42. Nagelhus EA, Mathiesen TM, Bateman AC et al. Carbonic anhydrase XIV is enriched in specific membrane domains of retinal pigment epithelium, Muller cells, and astrocytes. *PNAS*, 2005;102(22):8030–8035.
43. Nork TM et al. Swelling and loss of photoreceptors in chronic human and experimental glaucomas. *Arch Ophthalmol.* 2000;118:235–245
44. Boojj JC, Baas DC, Beisekeeva J, et al. The dynamic nature of Bruch's membrane. *Prog Eye Ret Res.* 2010;29(1):1–18.
45. Boojj JC. Function and pathology of the human RPE, 2010, p.192
46. Yu PK, Balaratnasingam C, Morgan WH, et al. The structural relationship between the microvasculature, neurons, and glia in the human retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010; 51:447–458.
47. Должиков АА, Бобынцев ИИ, Белых АЕ, и др. Патогенез нейродегенеративной патологии и новые концепции транспортно-метаболических систем головного мозга и глаза. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье».* 2020;(1):43–57
48. Boden C, Sample PA, Boehm AG et al. The structure-function relationship in eyes with glaucomatous visual field loss that crosses the horizontal meridian. *Arch Ophthalmol.* 2002;120:907–912.
49. Атлас под ред Шаимовой ВА *Периферические дистрофии сетчатки Санкт-Петербург, изд. Человек, 2015, стр.187, стр. 46.*
50. Wong DC, Waxman MD, Herrinton LJ, Shorstein NH. Transient macular edema after intracameral injection of a moderately elevated dose of cefuroxime during phacoemulsification surgery. *Jama Ophthalmol* 2015;133(10):1194–7
51. Alison Bozung 6 OCT pitfalls to avoid. *Modern Retina*, 2016 www.optometrytimes.com/view/modern-medicine-feature-6-oct-pitfalls-avoid
52. Michels RG, Green WR, Maumenee AE. Cystoid macular edema following cataract extraction (The Irvine-Gass Syndrome): a case studied clinically and histopathologically. *Ophthalmic Surg* 1971; 2:217–221.
53. McDonnell PJ, de la Cruz ZC, Green WR. Vitreous incarceration complicating cataract surgery: a light and electron microscopic study. *Ophthalmology* 1986;93:247–253.
54. de Nie KF, Crama N, Tilanus MA, et al. Pars plana vitrectomy for disturbing primary vitreous floaters: clinical outcome and patient satisfaction. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2013;1373–1382.
55. Еричев В.П., Петров Ю., Орехова Н.А., Эльмурзаева Л.Х. Гипотоническая макулопатия после глаукомной хирургии: механизмы развития, методы профилактики и терапии. *Клиническая офтальмология.* 2020;20(1):26–31
56. Massa H, Pipis S, Panos GD. Macular edema associated with non-infectious uveitis: pathophysiology, etiology, prevalence, impact and management challenges. *Clin Ophthalmol.* 2019;13:1761–1777.
57. Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. Москва, Медицина, 1998, стр. 289, стр. 314
58. Leong BCS, Fragiotta S, Kaden TR, et al. OCT en face analysis of the posterior vitreous reveals topographic relationships among premacular bursa, prevascular fissures, and cisterns. *J. Ophthalmol.* 2020, 4(1):84–89.
59. Избранные лекции по офтальмологии. Лекция № 12. Глаукома. Электронный ресурс <http://eyepress.ru/article.aspx?19446> (дата обращения:12.10.2021)
60. Wang X, Lou N, Eberhardt A, et al. An ocular glymphatic clearance system removes β -amyloid from the rodent eye. *Sci. Transl. Med.* 2020; 12, eaaw3210.
61. Grewal DS, Merlau DJ, Giri P, et al. Peripapillary retinal splitting visualized on OCT in glaucoma suspect patients. *PLoS ONE*12(8): e018216.
62. Nishijima R, Ogawa S, Nishijima E, et al. Factors determining the morphology of peripapillary retinoschisis. *Clinical Ophthalmology.* 2021;15:1293–1300.
63. Farjard H, Besada E, Frauens BJ. Peripapillary schisis with serous detachment in advanced glaucoma. *Optom Vis Sci.* 2010;87(3): E205–17.
64. Zumbro D, Jampol LM, Folk JC, et al. Macular schisis and detachment associated with presumed acquired enlarged optic nerve head cups. *Am J Ophthalmol.* 2007; 144(1):70–74.
65. Hasegawa T, Akagi T, Yoshikawa M et al. Microcystic inner nuclear layer changes and retinal nerve fiber layer defects in eyes with glaucoma. *pLoSOne.* 2015;10(6): e0130175.
66. Золотарев А.В., Стебнева ИГ, Шевченко МВ. Гипотензивный эффект фактоэмульсификации катаракты при различных видах клинической рефракции. *Глаукома: теории, тенденции, технологии — М., 2008. — С. 247–251*

67. Золотарёв А.В., Павлов Д.В., Николаева Г.А. Морфология путей оттока водянистой влаги в заднем отрезке глаза. Новые технологии микрохирургии глаза (офтальмопатология детского возраста): Российская научно-практическая конференция: Вестник ОГУ, 2008; (12):37–39
68. Архангельский В.Н. Рук. глазным болезням, Медгиз, М. 1962, 1т, стр.151–155.
69. Accomodative movements of the vitreous membrane, choroid, and sclera in young and presbyopic human and primate eyes. *InvOphthalmolVisSci*. 2013;54:5049–5058.
70. Kur J, Newman EA, Chang-Ling T. Cellular and physiological mechanisms underlying blood flow regulation in the retina and choroids in health and disease. *Prog Ret Eye Res*, 2012; 31(5):377–406. doi:10.1016/j.preteyeres.2012.04.004
71. Трон Е.Ж. Заболевания зрительного пути Медгиз, 1955г, стр. 42–44.
72. Cohen AI. Is there a potential defect in the blood-retinal barrier at the choroidal level of the optic nerve canal? *Invest Ophthalmol*. 1973;12(7):515–519.
73. Mathieu E, Gupta N, Ahari A, et al. Evidence for cerebrospinal fluid entry into optic nerve via glymphatic pathway. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58:4784–4791.
74. Berdahl JP, Fautsch MP, Stinnett SS, Allingham RR. Intracranial pressure in primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma, and ocular hypertension: a case-control study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49:5412–5418.
75. Morgan WH, Lind RP, Kain S, et al. Retinal vein pulsation is in phase with intracranial pressure and not intraocular pressure. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(8):4676–4681
76. Запускалов ИВ, Кривошеина ОИ, Исайкина НВ, Крылова АА. Патогенез глаукомной оптической нейропатии и эффект плоскостного давления. Глаукома: теория и практика. Горизонты нейропротекции. Сборник научных статей. Выпуск № 9, Санкт-Петербург, 2014:32–37.
77. Li J, Gallimore RP, Dmitriev A, Steinberg RH. Light-dependent hydration of the space surrounding photoreceptors in chick retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994;35(6):2700–2711.
78. Yamane K, Minamoto A, Yamashita H, et al. Proteome analysis of human vitreous proteins. *Mol Cell Proteom*. 2003,2,1177.
79. Murthy KR, Goel R, Subbannayya Y, Jacob НКС et al. Proteomic analysis of human vitreous humor. *Clin Proteom*. 2014,11,29.

© Бейсекеева Жулдыз Сериковна (julbs2015@gmail.com),

Кулумбетовна Джамия Елеусизовна, Кочергин Сергей Александрович (prokochergin@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ШЕЙНЫМ И ГРУДНЫМ ОСТЕОХОНДРОЗОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНДРОМА ПСИХОСЕНСОРНО-АНАТОМО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДЕЗАДАПТАЦИИ

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF REHABILITATION OF PATIENTS WITH CERVICAL AND THORACIC OSTEOCHONDROSIS USING THE SYNDROME OF PSYCHOSENSORY- ANATOMICAL-FUNCTIONAL MALADAPTATION

D. Bobunov
Z. Yusupova
E. Netsvetaeva
Ya. Tokar
I. Marchenkova

Summary. In the literature at the present stage, much attention is paid to the effectiveness of various rehabilitation measures in the treatment of osteochondrosis of the cervical and thoracic spine, however, the issues of personal response to the disease and changes in its clinical picture during treatment, taking into account the individual characteristics of the patient's attitude to the disease and patient satisfaction with treatment, taking into account his mental state was practically not considered. Therefore, clinical studies in this direction are of practical interest. With the help of methods for assessing personal response to the disease — "Psychosensory-Anatomical-Functional Disadaptation Syndrome" (PSSAFD), the effectiveness of rehabilitation measures in 2150 patients with a diagnosis of spinal osteochondrosis was assessed. There was also a positive trend in personal response to the disease after a set of rehabilitation measures for 6 months, recommended by the attending physician of physiotherapy exercises and sports medicine.

Within 6 months after receiving the recommendations, the patients were fully adapted to the conditions of the rehabilitation program. The state of adaptation was maintained in patients throughout the study period (6 months). The established factors influencing the effectiveness of the treatment and prevention of dorsopathies based on the fitness center must be taken into account when prescribing future rehabilitation and preventive measures.

Keywords: osteochondrosis, rehabilitation, physiotherapy, personal response to the disease, internal picture of the disease, treatment effectiveness.

Бобунов Дмитрий Николаевич

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Северо-Западный
государственный медицинский университет
им. И.И. Мечникова (г. Санкт-Петербург);
руководитель, медицинский холдинг «Медика»
bobunovdn@gmail.com

Юсупова Заира Джапаровна

ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный
медицинский университет им. И.И. Мечникова
(г. Санкт-Петербург)
airadgabrailova2@gmail.com

Нецветова Елена Вячеславовна

ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный
медицинский университет им. И.И. Мечникова
(г. Санкт-Петербург)
yaulena@mail.ru

Токарь Яна Сергеевна

ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный
медицинский университет им. И.И. Мечникова
(г. Санкт-Петербург)
yana.tokar.90@mail.ru

Марченкова Ирина Александровна

ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный
медицинский университет им. И.И. Мечникова
(г. Санкт-Петербург)
i-marchenkova@list.tu

Аннотация. В литературе, на современном этапе, большое внимание уделяется эффективности различных реабилитационных мероприятий при лечении остеохондроза шейного и грудного отделов позвоночника, однако вопросы особенностей личностного реагирования на болезнь и изменении её клинической картины в процессе лечения с учётом индивидуальных особенностей отношения пациента к болезни и удовлетворённости пациента лечением с учётом его психического состояния, практически не рассматривались. Поэтому клинические исследования в этом направлении представляют практический интерес. С помощью методик оценки личностного реагирования на болезнь — «Синдром психосенсорно-анатомо-функциональной дезадаптации» (СПСАФД) оценена эффективность реабилитационных мероприятий у 2150 пациентов с диагнозом остеохондроз позвоночника было установлено, что до восстановительного лечения у пациентов на фоне болезни имелось состояние дезадаптации. Также была отмечена положительная динамика в личностном реагировании на болезнь после проведения комплекса реабилитационных мероприятий в течении 6 месяцев, рекомендованных лечащим врачом лечебной физкультуры и спортивной медицины.



Введение

Анализ литературы и практического опыта по исследуемой проблеме выявил ряд специфических особенностей при проведении физической реабилитации лиц старшей возрастной группы при остеохондрозе шейного отдела позвоночника.

Остеохондроз шейного и грудного отдела является результатом дегенеративно-дистрофических изменений данного отдела позвоночника. Происхождение патологических изменений тесно связано со структурой шейного отдела позвоночника, который состоит из семи самых подвижных позвонков, что дает возможность шее делать множество разнообразных движений. Однако, имея слабый мышечный корсет и низкую механическую прочность позвонков, шейный отдел позвоночника является самым уязвимым [1,2,3,4,16].

Позвоночный канал в шейном отделе наиболее узкий, поэтому компрессия спинного мозга в данном сегменте развивается значительно чаще и приводит к довольно серьёзным поражениям. В области шеи находится большое скопление нервных окончаний и кровеносных сосудов, в том числе позвоночная артерия. Нарушение кровотока в этой артерии приводит к нарушению координации, головокружению, снижению зрения и слуха, а в тяжёлых случаях — к развитию инсульта [1,2,4,13,14].

Цель настоящей работы состояла в изучении особенностей внутренней картины болезни в ходе реабилитации больных с остеохондрозом шейного и грудного отдела позвоночника, путем оценки синдрома психо-сенсорно-анатомо-функциональной дезадаптации.

Материал и методы исследования

Для достижения цели исследования была применена методика оценки личностного реагирования на болезнь, получившая название «Синдром психо-сенсорно-анатомо-функциональной дезадаптации» (СПСАФД)

В течение 6 месяцев после получения рекомендаций пациенты были полностью адаптированы к условиям программы реабилитации. Состояние адаптации сохранялось у пациентов на протяжении всего периода исследования (6 месяцев). Установленные факторы, влияющие на эффективность лечения и профилактики дорсопатий на базе фитнес центра необходимо учитывать при назначении будущих реабилитационных и лечебно-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: остеохондроз, реабилитация, лечебная физкультура, личностное реагирование на болезнь, внутренняя картина болезни, эффективность лечения.

[5,6,8]. Эта методика, учитывая сравнительную простоту при её использовании в клинике, нашла применение в практическом здравоохранении для оценки выраженности физической, психической и социальной дезадаптации пациента и оценки изменений личностного реагирования в процессе его реабилитации при ряде заболеваний [7,9,11]. Это позволило использовать указанный метод исследования для сравнительной оценки эффективности использованных в исследовании лечебно-профилактических мероприятий по реабилитации пациентов с остеохондрозом шейного и грудного отдела позвоночника. Проведена оценка эффективности программы восстановительного лечения пациентов с остеохондрозом шейного и грудного отдела позвоночника.

В основу статьи включен анализ наблюдений за 2150 пациентами с остеохондрозом шейного и грудного отделов позвоночника (ШГО) (МКБ М42.1), проходивших с 2016 по 2021 год лечение в государственных и частных лечебно-профилактических учреждениях Санкт-Петербурга. Из них 1285 женщины и 865 мужчин. Всего было обследовано 1658 пациентов пожилого возраста (из них 1042 женщин и 616 мужчин), а также 492 пациента старческого возраста (из них 311 женщина и 181 мужчина). Пациенты на основе случайного выбора были разделены на две группы. (Бобунов Д.Н. 2021).

Пациенты первой группы (группа сравнения) (1250 человек) получали стандартную комплексную терапию, включающую ортопедические методы лечения, медикаментозную терапию, миостимуляцию, массаж.

Пациентам контрольной группы (900 человек) дополнительно к традиционному комплексу была добавлена методика лфк по заявленному способу.

Все пациенты были психически здоровы, а программа реабилитации, включающая разработку программы занятий по лечебной физкультуре, была составлена индивидуально под каждого пациента с учетом их физиологических и клинических показателей, класса тру-

Таблица 1. Распределение пациентов по группам с учетом пола и возраста.

| | Группа А | | | | Группа В | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 60–75 лет | | 90 + лет | | 60–75 лет | | 90 + лет | |
| | Муж | Жен | Муж | Жен | Муж | Жен | Муж | Жен |
| Количество | 361 | 578 | 104 | 205 | 253 | 464 | 74 | 106 |
| Среднее | 67,6 | 67,6 | 92,4 | 92,3 | 67,8 | 67,5 | 92,2 | 92,5 |
| Стандартная ошибка среднего | 0,25 | 0,19 | 0,17 | 0,11 | 0,30 | 0,22 | 0,20 | 0,16 |
| Доверительный интервал | 67,1–68,1 | 67,1–67,9 | 92,1–92,7 | 92,1–92,6 | 67,2–68,4 | 67,1–67,9 | 91,8–92,6 | 92,2–92,8 |

Таблица 2. Расчет статистик по таблицам сопряженности, зависимость возраста и группы.

| | Группа А | Группа В |
|-----------|----------|----------|
| 60–75 лет | 939 | 717 |
| 90 + лет | 309 | 180 |

Таблица 3.

| Наименование критерия | Значение критерия | Уровень значимости |
|--|-------------------|--------------------|
| Критерий Хи-квадрат | 6.530 | 0.011 |
| Критерий Хи-квадрат с поправкой Йейтса | 6.266 | 0.013 |
| Критерий Хи-квадрат с поправкой на правдоподобие | 6.592 | 0.011 |

Есть статистически значимая связь между возрастом и группами ($p < 0,05$).

Таблица 4. Расчет статистик по таблицам сопряженности, зависимость пола и группы.

| | Группа А | Группа В |
|-----|----------|----------|
| жен | 783 | 570 |
| муж | 465 | 327 |

Таблица 5.

| Наименование критерия | Значение критерия | Уровень значимости |
|--|-------------------|--------------------|
| Критерий Хи-квадрат | 0.145 | 0.704 |
| Критерий Хи-квадрат с поправкой Йейтса | 0.113 | 0.738 |
| Критерий Хи-квадрат с поправкой на правдоподобие | 0.145 | 0.704 |

Статистический значимого влияния пола на группы нет ($p > 0,05$).

да и сопутствующей патологии [5,8,12,16]. В перечень реабилитационных и профилактических мероприятий входили: -медикаментозная терапия; таргетная терапия (лечебные блокады); лечебная физкультура; физиотерапия; диетотерапия; мануальная терапия; иглорефлексотерапия; массаж; психотерапия.

Пациенты основной группы были разделены на 2 подгруппы с учетом характера и степени нарушенных функций и проявлений остеохондроза, а именно: выра-

женность болевого синдрома (слабо выраженный, умеренно выраженный, выраженный, резко выраженный) (для оценки болевого синдрома были взяты модифицированная шкала ВАШ (Visual Analog scale) и опросник PainDetect)); степень и локализация двигательных нарушений; выраженность нарушений чувствительности; выраженность вегетативно-сосудистых или трофических расстройств; частота болевых приступов (Табл. 1). В диагностике пациентов была использована классификация остеохондроза по стадиям (Осна 1971г), а также

рентгенологические снимки и результаты магнитно-резонансной томографии (МРТ). Rg-данные и МРТ оценивались в сочетании с клиническими данными для определения степени потери трудоспособности, а именно уменьшение одного или нескольких межпозвонковых дисков (без учета возрастных особенностей); артрозы межпозвонковых суставов (спондилоартроз); дорсальные спондилофиты (ретроспондилез); протрузии диска; пролапс диска; дегенеративный спондилолистез; ретролистез. Физикальное обследование пациентов проводилось по методике Бобунова Д.Н. 2017 г. [2,10,15,17,18]. В первую подгруппу вошли пациенты с локальным болевым синдромом и легкой и умеренной степенью потери трудоспособности от 0–20%, а во вторую пациенты с корешковым синдромом и тяжелой или крайне тяжелой степенью потери трудоспособности от 20–50 и более%.

Для оценки выраженности симптомов и функциональных нарушений при дорсопатиях была создана группа специалистов, в которую вошли врач лфк и спортивной медицины, врач-реабилитолог и врач-невролог.

Согласно использованной в исследовании методики СПСАФД, все проявления внутренней картины болезни распределялись по 4 кластерам: «П» — психологический (психический), «С» — сенсорный, «А» — анатомический и «Ф» — функциональный, а для оценки их выраженности применялась единая аналогово-балльная шкала самооценки пациентами выраженности отдельных проявлений заболевания (от 1 до 9 баллов: от «не беспокоит» (1 балл), до «слабо» (3 балла), «умеренно» (5 баллов), «сильно» (7 баллов) и «чрезвычайно сильно» (9 баллов) беспокоит). Распределение клинических симптомов, вызывающих у пациентов дезадаптацию, осуществлял врач по лечебной физкультуре и спортивной медицине (врач-реабилитолог). Результаты самооценки пациентами выраженности проявления заболевания осуществляли путем учёта интегрального показателя выраженности СПСАФД (показатель S, рассчитывался в баллах), а также с учётом структуры интегрального показателя СПСАФД согласно кластерам («П», «С», «А», «Ф»), рассчитывался в баллах, то есть в усл. ед.). Для интегральной оценки выраженности (напряжённости) внутренней картины болезни при дорсопатиях использовали ранее предложенную градацию интегрального показателя выраженности СПСАФД — показателя S. При значении этого показателя от 4 до 9,9 усл. ед. считали, что пациент, несмотря на наличие эпизодических симптомов дорсопатии, адаптирован к условиям существования. При значениях показателя S равных 10,0–16,9 усл. ед. считали, что у пациента из-за имеющейся патологии нарушена приспособляемость к условиям существования. При значениях показателя S равных 17,0–36,0 усл. ед. счи-

тали, что у пациента с дорсопатией имеется состояние дезадаптации [5,6,11,15].

Особенностью СПСАФД является то, что оценку выраженности отдельных симптомов, ощущений, вызывающих дезадаптацию дают сами пациенты.

Оценку личностного реагирования у пациентов с дорсопатиями осуществляли до начала реабилитационных мероприятий, а также через 6 месяцев.

Полученный в результате исследования цифровой материал обработан на ПК с использованием специализированного пакета для статистического анализа — «Statistica for Windows v. 6.0». Различия между сравниваемыми группами считались достоверными при $p \leq 0,05$. Случаи, когда значения вероятности показателя «р» находились в диапазоне от 0,05 до 0,10 — расценивали как «наличие тенденции».

Результаты исследования и обсуждение

После анализа анкет, заполненных пациентами до начала лечения их жалобы были распределены по кластерам. К кластеру «П» были отнесены тревога за результат лечения, волнение за исход заболевания, переживания в связи с выявленными заболеваниями и рисками оперативных вмешательств и др., к кластеру «С» (боли шее, грудном отделе позвоночника, пояснице, боли с иррадиацией в конечности, нарушение чувствительности и др.). К кластеру «А» были отнесены жалобы на сутулость, сколиоз, спондилез, спондилоартроз, листез позвонков, визуальная асимметрия ребер, лопаток и «Ф» (снижение толерантности к нагрузке, нарушение функциональных возможностей суставов, депрессия).

При исследовании СПСАФД до проведения реабилитационных мероприятий, значения интегрального показателя S у пациентов в 1 подгруппе составило 22,16 баллов, второй подгруппе группы-31,32 и контрольной группе 29,12. При таком значении показателя S считали, что у пациентов, из-за дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника и сопутствующей патологии, имеется состояние дезадаптации (рис. 2). Следовательно, у пациентов с дорсопатиями существенно нарушалась их приспособляемость к условиям существования.

При анализе структуры СПСАФД у пациентов до лечения (рис. 3) в 1,2 и 3 исследуемых группах пациенты предъявляли основные жалобы, относящиеся к кластеру «С», связанные с болью в шее и грудном отделе позвоночника, включая межреберную невралгию, и кластеру «Ф», а именно: снижение толерантности

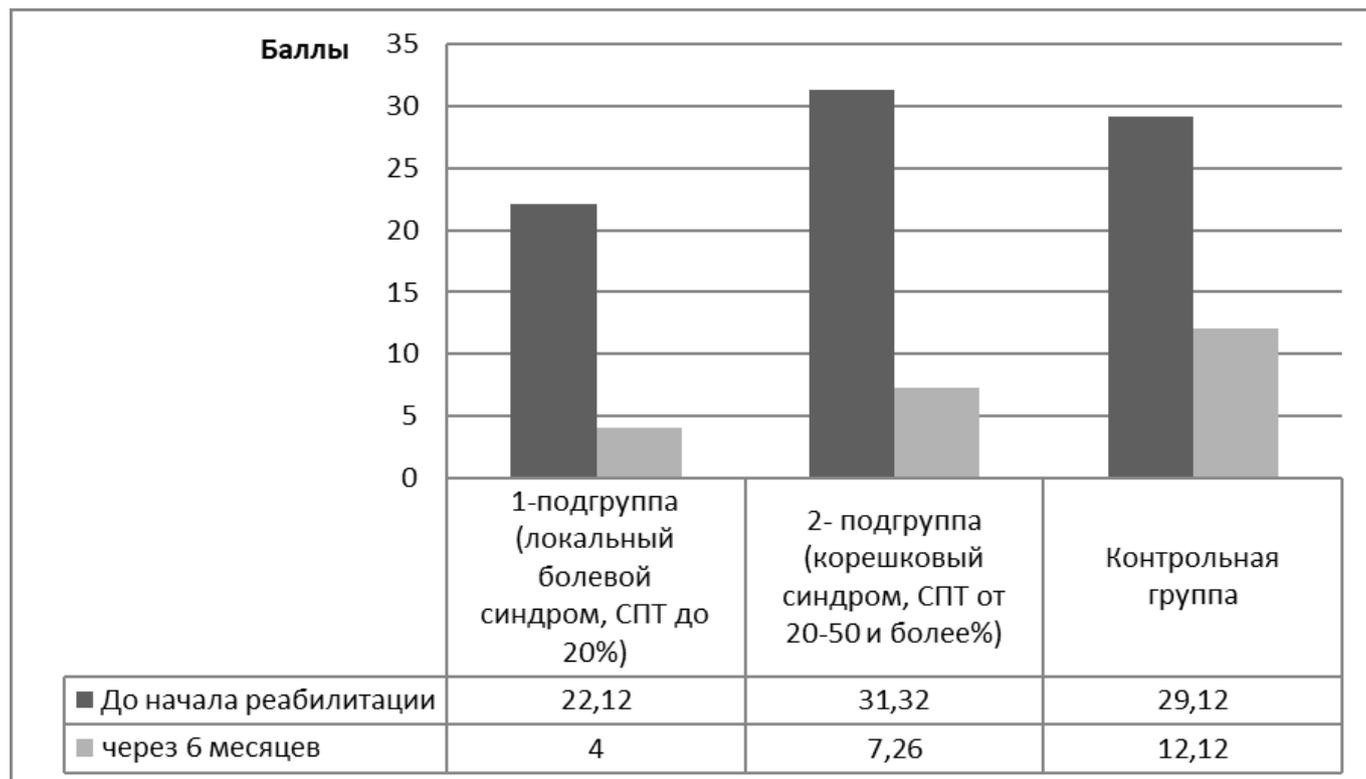


Рис. 1. Значения интегрального показателя S, определяющего выраженность СПСАФД у пациентов исследованных групп до и в ходе лечения (баллы)

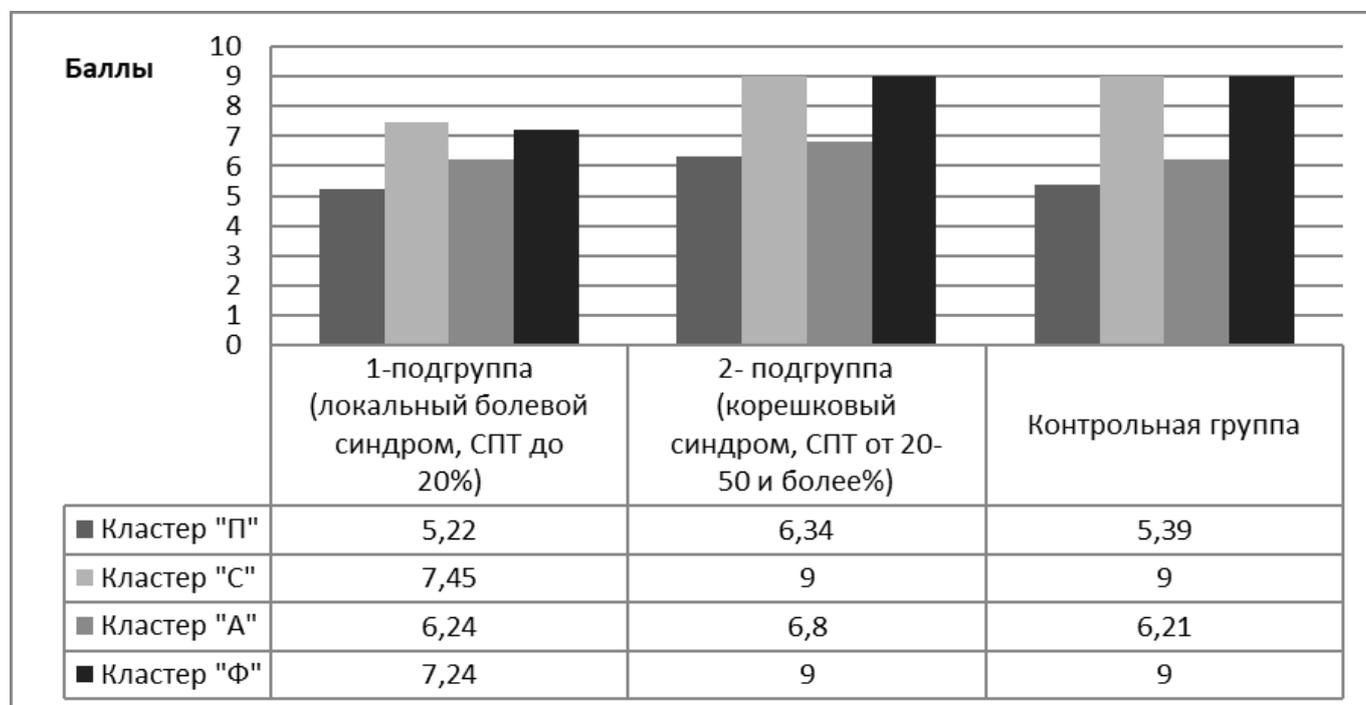


Рис. 2. Структура интегрального показателя S, определяющего выраженность симптомов заболевания в отдельных кластерах при исследовании СПСАФД у обследованных пациентов до начала реабилитации (баллы)

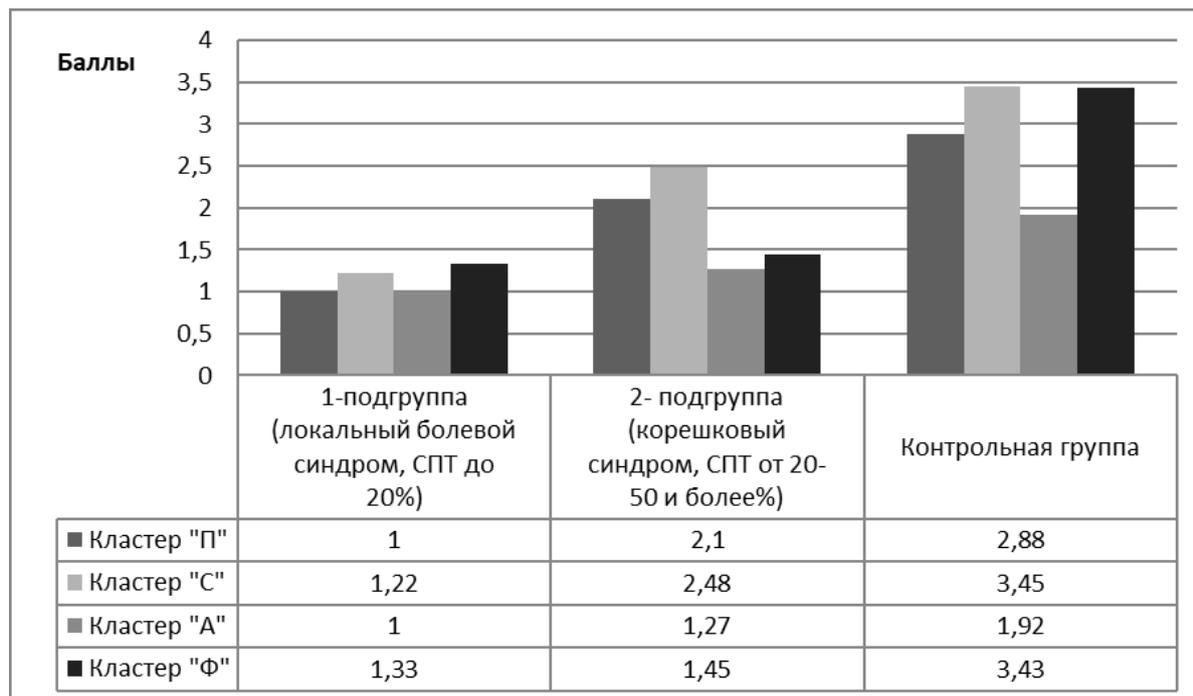


Рис. 3. Структура интегрального показателя S, определяющего выраженность симптомов заболевания в отдельных кластерах при исследовании СПСАФД у обследованных пациентов через 6 месяцев (баллы)

к нагрузке, нарушение функциональных возможностей суставов, депрессия. Важно отметить, что пациенты 2-й и контрольной групп, дали максимальную балльную оценку в кластере «С» и «Ф».

Через 6 месяцев программы реабилитации отмечена положительная динамика в лечении пациентов с дорсопатиями, как по интегральному показателю S ($p \leq 0,01$), так и по полученным показателям в кластерах «П», «С», «А» «Ф» ($p \leq 0,05$), во всех 3-х группах. За это время, в 1-й группе при значении интегрального показателя S равном 4 баллам (снижение за 6 месяцев 81,9%), показало, что пациенты адаптированы к условиям существования. Анализируя результаты снижения интегрального показателя S во второй группе до 7,26 баллов (снижение за 6 месяцев на 76,81%), можно говорить об адаптации пациентов к условиям существования, несмотря на редкую локальную болезненность в области пораженного позвоночно-двигательного сегмента. В контрольной группе значение интегрального показателя S, составило 12,12 балла (снижение за 6 месяцев на 58,4%), следовательно, у пациентов из-за имеющейся патологии сохранились нарушения приспособляемости к условиям существования ($p \leq 0,05$).

При анализе структуры СПСАФД у пациентов спустя 6 месяцев программы реабилитации (рис. 6) в 1 и 2 подгруппах пациенты активных жалоб не предъявляли,

в связи с окончанием программ реабилитации и были удовлетворены качеством лечения. Однако следует отметить, что пациенты 2 подгруппы испытывали эпизодическую локальную болезненность в области пораженного позвоночно-двигательного сегмента при активных физических нагрузках. Основные жалобы 3-ей группы пациентов относились к кластеру «С», связанные с регулярно возникающей болью в спине различной локализации, и нарушениями чувствительности и кластеру «Ф», а именно: снижением толерантности к нагрузке, нарушением функциональных возможностей суставов.

Достоверные положительные изменения в личностном реагировании пациентов на реабилитационные мероприятия на всем протяжении исследования (рис. 2), что положительно характеризует эффективность реабилитации пациентов с остеохондрозом шейного и грудного отделов позвоночника по предложенной методике и подтверждается положительной динамикой интегрального показателя S, который за 6 месяцев снизился на 18,4–24,06 балла (рис. 3). Это свидетельствовало, что пациенты, несмотря на сохраняющиеся эпизодические симптомы ДДЗП, были адаптированы к условиям существования. Положительная динамика в значении интегрального показателя S за время клинического наблюдения за пациентами произошла за счёт достоверных ($p \leq 0,05$) изменений показателей

в кластерах «П», «С», «А», «Ф». Важно отметить, что после завершения программ реабилитации через 6 месяцев пациенты всех исследуемых групп стали уделять больше времени профилактическим осмотрам и занятиям лечебной физкультурой в фитнес центрах ($p \leq 0,05$).

Заключение

Факторы, влияющие на эффективность реабилитационных программ у больных с остеохондрозом шейного

и грудного отделов позвоночника, необходимо учитывать при назначении лечебно-профилактических мероприятий и тренировочных программ. Изучая особенности личностного реагирования (внутренней картины болезни) с использованием СПСАФД у пациентов с остеохондрозом шейного и грудного отделов позвоночника было показано, что до лечения у них имелось состояние дезадаптации, а после проведения комплексных реабилитационных мероприятий была отмечена положительная динамика в личностном реагировании на болезнь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёшичева А.А., Артеменков А.А. Теоретические подходы к физической реабилитации больных при дорсопатиях шейного отдела позвоночника // Педагогіка і сучасні аспекти фізичного виховання. 2017. — Т. 1. — С. 377.
2. Бобунов Д.Н. и др. Комплексная реабилитация пациентов после спортивной травмы, обострения хронических заболеваний позвоночника на базе фитнес-центра // Уральский медицинский журнал. — 2019. — № 2. — С. 93–100.
3. Вербицкий А.Ю., Садовникова А.М. Физическая реабилитация женщин пожилого возраста с шейным остеохондрозом средствами лечебной физической культуры // Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Иркутского филиала РГУФКСМиТ. — С. 98.
4. Викулова Н.Н., Шишко Е.Ю., Сухомлинов А.О. Использование средств физической реабилитации при шейном остеохондрозе в условиях санатория // Научный вестник Крыма. — 2020. — № 4 (27).
5. Дворянинова Е.В. Пути совершенствования процесса физической реабилитации при остеохондрозе шейного отдела позвоночника. — 2018.
6. Кожевина К.М., Москаленко И.С. Особенности физической культуры при шейном остеохондрозе // Здоровоохранение, образование и безопасность. — 2019. — № 3. — С. 80–88.
7. Кудакеева А.Р., Сырлыбаева Н.А. Лечебная физическая культура при остеохондрозе // Педагогіка і сучасні аспекти фізичного виховання: традиції, опыт и інновації. — 2020. — С. 134–136.
8. Кузнецова К.С. Лечебно физическая культура при остеохондрозе шейного отдела позвоночника // «Научное сообщество студентов XXI столетия. Гуманитарные науки»: Электронный сборник статей по материалам XLVIII студенческой международной научно-практической конференции. — Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». — 2016. — № 11 (48)/ [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.sibac.info/archive/guman/11\(48\).pdf](http://www.sibac.info/archive/guman/11(48).pdf). 2019. С. 139.
9. Малыгина В.И., Файер М.Г., Малыгин В.Д. Эффективность реабилитационных мероприятий при остеохондрозе шейного-грудного отдела позвоночника на поликлиническом этапе // адаптивная физическая культура и санаторно-курортная реабилитация: инновационные технологии и приоритеты развития. — 2017. — С. 145–148.
10. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 31 июля 2020 г. № 788н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых».
11. Суржикова О.В., Бекмансуров Р.Х. Лечебная физическая культура (ЛФК) при шейном остеохондрозе // Приоритетные научные направления: от теории к практике. — 2017. — С. 55–58.
12. Danazumi M.S. Physiotherapy management of lumbar disc herniation with radiculopathy: A narrative review // Nigerian J. Exp. clin. Biosci. 2019. Vol. 7. № 2. С. 93.
13. Demirel A., Yorubulut M., Ergun N. Regression of lumbar disc herniation by physiotherapy. Does non-surgical spinal decompression therapy make a difference? Double-blind randomized controlled trial // J. Back Musculoskeletal Rehab. 2017. Vol. 30. № 5. С. 1015–1022.
14. Jeong I.S. et al. Canine thoracolumbar intervertebral disk herniation and rehabilitation therapy after surgical decompression: a retrospective study // J. Adv. Veterinary Animal Res. 2019. Vol. 6. № 3. С. 394.
15. Koziolkin O.A. et al. Complex treatment of patients with vertebral thoracalgia using manual therapy and physical rehabilitation. Zaporozhye Medical Journal. — 2019. — Vol. 21. — No. 5.
16. Manana R. et al. Management of Spinal Osteochondrosis Rehabilitation Process // J. Hlth Sci. 2018. Vol. 6. С. 100–105.
17. Pustovoi V. Modern principles of physical rehabilitation of patients with osteochondrosis of the cervical-thoracic spine // Slobozhansky Herald Sci. Sport. 2018. № 2. (64). С. 41–44.
18. Samokhina L.S. et al. Physical rehabilitation for osteochondrosis of the lumbar spine of middle-aged women using block training simulators // Sci. Society. 2019. Vol. 24. С. 38.

© Бобунов Дмитрий Николаевич (bobunovdn@gmail.com), Юсупова Заира Джапаровна (airadgabrailova2@gmail.com),

Нецветова Елена Вячеславовна (yaulena@mail.ru), Токарь Яна Сергеевна (yana.tokar.90@mail.ru),

Марченкова Ирина Александровна (i-marchenkova@list.tu).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РОЛЬ НЕИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХИ

THE ROLE OF NON-INVASIVE EXAMINATION METHODS IN THE EARLY DIAGNOSIS OF OBSTRUCTIVE JAUNDICE

F. Dyshekova
F. Kuchmezova
A. Kalmykova
T. Aliev
R. Yanaeva

Summary. Obstructive jaundice is a condition that develops in association with cholestasis syndrome: a process of violation of the outflow of bile from the hepatocyte into the duodenum. Early identification of the causes of violation of the outflow of bile helps to reduce the risk of complications, as well as reduce the length of the patient's hospitalization. Invasive diagnostic methods are associated with an increased risk of complications and the need for general anesthesia. The widespread use of non-invasive examination methods allows surgeon to effectively and safely identify the etiological factors of obstructive jaundice and develop a further plan for invasive additional examination and surgical treatment.

Keywords: obstructive jaundice, cholestasis, magnetic resonance cholangiopancreatography, ultrasound, CT cholangiography.

Дышекова Фатимат Ахмедовна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет»
Neonat03@mail.ru

Кучмезова Фатимат Алимовна

Ординатор, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет»

Калмыкова Адиса Арсеновна

Ординатор, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет»

Алиев Тамерлан Ильясевич

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет»

Янаева Радима Магомедовна

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет»

Аннотация. Механическая желтуха — состояние, развивающееся в ассоциации с синдромом холестаза: процессом нарушения оттока желчи от гепатоцита в двенадцатиперстную кишку. Раннее выявление причин нарушения оттока желчи способствует уменьшению риска осложнений, а также сокращению срока госпитализации пациента. Инвазивные методы диагностики сопряжены с повышенным риском осложнений, необходимостью применения общей анестезии. Широкое использование неинвазивных методов обследования позволяет эффективно и безопасно выявить этиологические факторы механической желтухи и разработать дальнейший план инвазивного дообследования и хирургического лечения.

Ключевые слова: механическая желтуха, холестаз, магнитнорезонансная холангиопанкреатография, ультразвуковое исследование, КТ-холангиография.

Желтуха — синдром, проявляющийся изменением цвета кожи, слизистых оболочек и склер на желтоватый, ассоциированный с повышением в крови уровня билирубина. Стоит отметить, что эти симптомы неспецифичны и могут наблюдаться при различных патологических процессах: гемолизе, повреждении клеток-гепатоцитов различной этиологии, а также нарушении нормального пассажа желчи. [1] Видимое окрашивание кожи, склер и слизистых оболочек в желтый цвет происходит при повышении уровня билирубина более 35–40 ммоль/л. [2]

Этиология и патогенез синдрома желтухи

По механизмам формирования выделяют три вида желтухи: надпеченочная, печеночная и механическая (подпеченочная). Надпеченочная, гемолитическая желтуха возникает при массивном гемолизе эритроцитов, при этом объем образующегося билирубина превышает синтетические возможности печени и в крови увеличивается уровень непрямого билирубина. Печеночная (паренхиматозная) желтуха формируется в случае

прямого повреждения клеток печени, например, при вирусных инфекциях, действии токсинов, химиотерапевтических агентов, злокачественных новообразованиях печени. [3] Механическая желтуха развивается в ассоциации с синдромом холестаза: процессом нарушения оттока желчи от гепатоцита в двенадцатиперстную кишку. [4] Холестаз может развиваться при наличии препятствий на различных уровнях гепатобилиарной системы: повреждение клеток-гепатоцитов, внутри- и внепеченочных желчных путей. [4, 5] Нарушение оттока желчи на уровне внутрипеченочных желчных путей происходит при гепатитах с гранулемами, холангитах, новообразованиях печени, циррозе и др. [1] Внепеченочный холестаз развивается при блокировании транспорта желчи по внепеченочным желчным путям. [1] К причинам повреждения гепатоцитов, приводящего к нарушению оттока желчи, относят вирусные, алкогольные, токсические и лекарственные гепатиты. [6]

Наиболее частые причины формирования обтурационного холестаза и механической желтухи условно можно объединить в несколько групп: доброкачественные заболевания желчевыводящих путей, ассоциированные с желчекаменной болезнью; злокачественные новообразования гепатопанкреодуоденальной зоны; сужения желчевыводящих путей различной этиологии (воспалительные и рубцовые); паразитарные заболевания печени и желчевыводящих путей; пороки развития желчевыводящих путей. [1]

Частота встречаемости заболеваний и патологических состояний, приводящих к формированию обтурационного холестаза в различных возрастных группах неоднородна. Частота встречаемости желчекаменной болезни среди пациентов пожилого возраста достигает 25–30%. [1] К основным факторам риска формирования холедохолитиаза относят возраст старше 40 лет, курение, женский пол, наличие ожирения, сахарного диабета, дислипидемии. У пациентов старше 40 лет риск образования желчных камней увеличивается в 4 раза по сравнению с общепопуляционным. [7] Механическая желтуха развивается у 10% пациентов, страдающих желчекаменной болезнью. [8] Другой причиной, наблюдаемой преимущественно в старшей возрастной группе, являются злокачественные новообразования: рак головки поджелудочной железы, желчного пузыря, метастатическое и неопластическое поражение печени. По данным M Schmidt-Hansen, обтурационная желтуха наблюдается у 30% пациентов с раком поджелудочной железы. [9] Развитие желтухи у пациентов, перенесших резекцию поджелудочной железы по поводу злокачественного новообразования, является плохим прогностическим признаком: медиана выживаемости у таких пациентов составляет 17,9 месяцев. [10]

Среди наиболее частых причин развития обтурационного холестаза у новорожденных детей стоит выделить атрезию желчевыводящих путей (25–40% случаев), моногенные наследственные заболевания. К более редким причинам формирования механической желтухи у новорожденных детей относят врожденные кисты холедоха, метаболические нарушения (тирозинемия 1 типа, галактоземия, нарушения нормального метаболизма желчных кислот), пангипопитуитаризм. Риск развития холестаза увеличивается у недоношенных детей. [5]

Клиническая картина и возможные осложнения

Клиническая картина механической желтухи, помимо желтого окрашивания кожи, склер, слизистых оболочек, включает темное окрашивание мочи, ахолию кала, кожный зуд, неврологические симптомы, интоксикационный синдром, эпизоды кровотечения. Оценка клинической картины, тщательный сбор анамнеза позволяют заподозрить синдром механической желтухи и вовремя приступить к проведению дообследования. [1, 4]

Обтурационный холестаз ассоциирован с рядом осложнений. Нарушение нормального оттока желчи потенцирует рост бактериальной флоры и способствует развитию инфекционных осложнений в виде холангита, бактериемии по механизмы холангиовенозного рефлюкса. Длительно сохраняющееся повышенное гидростатическое давление в пределах желчевыводящих путей приводит к расширению внутрипеченочных желчных протоков, увеличению печени, развитию фиброзных изменений. [11] Желчные кислоты обладают способностью к повреждению липидных мембран гепатоцитов и активации апоптоза клеток с формированием печеночно-клеточной недостаточности. При этом снижается детоксикационная функция печени, нарастает уровень непрямого билирубина в крови, формируется гипоальбуминемия и повышенная кровоточивость. [1]

Диагностика механической желтухи

Подходы к диагностике механической желтухи можно разделить на две большие группы: неинвазивные и инвазивные методы. Среди неинвазивных методов выделяют ультразвуковое исследование, магнитно-резонансную томографию, компьютерную томографию.

Стоит отметить, что лабораторная диагностика не позволяет получить достаточное количество информации для ранней диагностики механической желтухи: повышение уровня билирубина, щелочной фосфатазы

и холестерина может также наблюдаться при развитии паренхиматозной желтухи. [12, 15] Существует определенная динамика изменений лабораторных показателей — в начале заболевания преобладает связанный билирубин, по мере прогрессирования печеночно-клеточной недостаточности нарастает уровень свободного билирубина. С формированием повреждения гепатоцитов в крови снижается уровень альбумина, возникает гипокоагуляция, ассоциированная со снижением уровня протромбина. В общем анализе мочи могут быть обнаружены уробилин, билирубин и желчные кислоты, при этом в анализе кала отсутствует стеркобилин. [1]

Для ранней диагностики механической желтухи могут применяться неинвазивные методы визуализации, например, ультразвуковое исследование печени и желчевыводящих путей. Ультразвуковое исследование является начальным методом диагностики обтурационного холестаза. К преимуществам метода можно отнести простое техническое исполнение, относительно невысокую стоимость, безопасность для пациента. [12] Исследование позволяет обнаружить расширение желчных протоков, признаки желчекаменной болезни, обнаружить новообразования печени и поджелудочной железы. [1] Диаметр желчного протока составляет около 5 мм, у пациентов старше 50 лет физиологичным признается увеличение диаметра на 1 мм с каждым десятилетием. В норме некоторая степень расширения желчных протоков наблюдается у пожилых пациентов, а также перенесших холецистэктомию. [12] Обнаружение расширенных желчных протоков является признаком желчной гипертензии и требует дополнительного обследования. Конкременты в пределах желчного пузыря при выполнении ультразвукового исследования обнаруживаются в 90% случаев, в гепатикохоledохе — в 25–30% случаев. [1] Выполнение трансабдоминального ультразвукового исследования позволяет обнаружить внепеченочную обструкцию желчевыводящих путей и дифференцировать ее от повреждения внутрипеченочных желчных протоков. Для уточнения причины холестаза и уровня обструкции стоит воспользоваться более точными диагностическими процедурами, например, эндоскопического ультразвукового исследования, компьютерной томографии, магниторезонансной холангиопанкреатографии. [12] Среди недостатков ультразвукового метода исследования стоит выделить зависимость от профессионализма врача и некоторую субъективность интерпретации полученного изображения, невысокую чувствительность, недостаточно четкое изображение ретроперитонеальных структур, ограничение возможностей визуализации у пациентов с ожирением. [12] В настоящее время трансабдоминальное УЗИ рассматривается как скрининговый метод диагностики при синдроме механической желтухи. [15]

Более точным неинвазивным методом ранней диагностики холестаза является магниторезонансная холангиопанкреатография (МРХПГ). К преимуществам метода относят неинвазивность, высокую чувствительность и специфичность, повышенную точность визуализации. По данным мета-анализа, чувствительность метода в выявлении причин билиарной обструкции составляет около 95%. При этом, чувствительность и специфичность в отношении холедохолитиаза достигает 92–93% и 97–98% соответственно. [13] В отличие от эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографии (ЭРХПГ), магнитно-резонансное исследование не позволяет произвести лечебного вмешательства, и имеет ограничения по отбору пациентов: данный визуализирующий метод не применяется у лиц, страдающих клаустрофобией и имеющих имплантированные металлоконструкции. [12] Сопоставимым по чувствительности методом диагностики может служить эндоскопическая ультрасонография, однако, этот метод является инвазивным, требует проведения седации пациента, специальной подготовки медицинского персонала и сложного технического оснащения. [12]

КТ холангиография относится к неинвазивным методам диагностики заболеваний желчевыводящих путей, в том числе холедохолитиаза. Метод обладает достаточно высокой чувствительностью, достигающей 95% по данным разных исследований, что делает его сопоставимым по эффективности с МРХПГ. [14] Чувствительность метода в диагностике холестериновых камней несколько ниже по сравнению с пигментными. Это может быть ограничивающим фактором среди пациентов с западным образом жизни, так как в этой когорте частота холестериновых камней выше. Для повышения четкости изображения потребуются внутривенное введение контрастного вещества, что может стать препятствием для применения метода у пациентов с аллергическими реакциями на йод. [12]

Важное место в диагностике механической желтухи занимают инвазивные методы диагностики — эндоскопическая ретроградная холангиография (ЭРХПГ), чрескожная чреспеченочная холангиография (ЧЧХГ), эндоскопическая ультрасонография (ЭУС), диагностическая лапароскопия. [1] Методы обладают высокой чувствительностью и специфичностью, позволяют, при необходимости, перевести диагностическую процедуру в лечебную, однако, сопряжены с рядом технических затруднений, необходимостью проведения общего наркоза и риском развития осложнений. Так, посткатетеризационный острый панкреатит развивается у 13% пациентов, перенесших ЭРХПГ, истечение желчи в брюшную полость при проведении чрескожной холангиографии возникает у 3–10% пациентов. [1] Порядок выполнения диагностических процедур определяется предполагае-

мым уровнем холестаза и причинами его развития: при подозрении на холедохолитиаз целесообразно выполнение МРХГ и ЭУС; при подозрении на злокачественные новообразования — МСКТ с внутривенным контрастированием, МРХПГ. [15] Тактика специалиста определяется клинической картиной заболевания, результатами скринингового обследования, безопасностью метода, техническими возможностями ЛПУ.

Таким образом, неинвазивные методы диагностики позволяют с высокой точностью провести первичное обследование пациента с механической желтухой, выявить предполагаемые причины развития холестаза. Полученные в ходе неинвазивного инструментального обследования данные позволяют специалисту разработать дальнейшую тактику инвазивного обследования и хирургического вмешательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подолужный В.И. Механическая желтуха: принципы диагностики и современного хирургического лечения // *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2018. № 2.
2. Matzen P. Diagnosis in jaundice: a contemporary approach. *Dig Dis*. 1986;4(4):220–30. doi: 10.1159/000171152. PMID: 3555894.
3. Subbiah V, West HJ. Jaundice (Hyperbilirubinemia) in Cancer. *JAMA Oncol*. 2016 Aug 1;2(8):1103. doi: 10.1001/jamaoncol.2016.1236. PMID: 27416009.
4. Chen HL, Wu SH, Hsu SH, Liou BY, Chen HL, Chang MH. Jaundice revisited: recent advances in the diagnosis and treatment of inherited cholestatic liver diseases. *J Biomed Sci*. 2018 Oct 26;25(1):75. doi: 10.1186/s12929-018-0475-8. PMID: 30367658; PMCID: PMC6203212.
5. Fawaz R, Baumann U, Ekong U, Fischler B, Hadzic N, Mack CL, McLin VA, Molleston JP, Neimark E, Ng VL, Karpen SJ. Guideline for the Evaluation of Cholestatic Jaundice in Infants: Joint Recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition and the European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2017 Jan;64(1):154–168. doi: 10.1097/MPG.0000000000001334. PMID: 27429428.
6. Учайкин В.Ф., Молочкова Оксана Вадимовна, Писарев А.Г., Чередниченко Т.В., Чаплыгина Г.В. Холестаз при острых и хронических вирусных гепатитах // *Детские инфекции*. 2014. № 3.
7. Littlefield A, Lenahan C. Cholelithiasis: Presentation and Management. *J Midwifery Womens Health*. 2019 May;64(3):289–297. doi: 10.1111/jmwh.12959. Epub 2019 Mar 25. PMID: 30908805.
8. Подолужный В.И., Заруцкая Н.В., Радионов И.А. Осложнения желчнокаменной болезни. // Кемерово: Полиграф, 2016, 154 с.
9. Schmidt-Hansen M, Berendse S, Hamilton W. Symptoms of Pancreatic Cancer in Primary Care: A Systematic Review. *Pancreas*. 2016 Jul;45(6):814–8. doi: 10.1097/MPA.0000000000000527. PMID: 26495795.
10. Feld FM, Lerner JK. Jaundice in resected pancreatic cancer patients. *HPB (Oxford)*. 2014 Feb;16(2):195. doi: 10.1111/hpb.12158. PMID: 24423079; PMCID: PMC3921017.
11. Pavlidis ET, Pavlidis TE. Pathophysiological consequences of obstructive jaundice and perioperative management. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*. 2018 Feb;17(1):17–21. doi: 10.1016/j.hbpd.2018.01.008. Epub 2018 Jan 31. PMID: 29428098.
12. Modha K. Clinical Approach to Patients With Obstructive Jaundice. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2015 Dec;18(4):197–200. doi: 10.1053/j.tvir.2015.07.002. Epub 2015 Jul 16. PMID: 26615159.
13. Romagnuolo J, Bardou M, Rahme E, et al: Magnetic resonance cholangiopancreatography: a meta-analysis of test performance in suspected biliary disease. *Ann Intern Med* 139:547–557, 2003
14. Mathew RP, Moorkath A, Basti RS, Suresh HB. Value and Accuracy of Multidetector Computed Tomography in Obstructive Jaundice. *Pol J Radiol*. 2016 Jun 28;81:303–9. doi: 10.12659/PJR.896680. PMID: 27429673; PMCID: PMC4928501
15. Хатьков И.Е., Аванесян Р.Г., Ахаладзе Г.Г., Бебуришвили А.Г., Буланов А.Ю., Быков М.И., Виршке Э.Г., Габриэль С.А., Гранов Д.А., Дарвин В.В., Долгушин Б.И., Дюжева Т.Г., Ефанов М.Г., Коробко В.Л., Королев М.П., Кулабухов В.В., Майстренко Н.А., Мелехина О.В., Недолужко И.Ю., Охотников О.И., Погребняков В.Ю., Поликарпов А.А., Прудков М.И., Ратников В.А., Солоднина Е.Н., Степанова Ю.А., Субботин В.В., Федоров Е.Д., Шабунин А.В., Шаповальянц С.Г., Шулуто А.М., Шишин К.В., Цвиркун В.Н., Чжао А.В., Кулезнева Ю.В. Российский консенсус по актуальным вопросам диагностики и лечения синдрома механической желтухи. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;(6):5–17. <https://doi.org/10.17116/hirurgia20200615>

© Дышекова Фатимат Ахмедовна (Neonat03@mail.ru), Кучмезова Фатимат Алимовна, Калмыкова Адиса Арсеновна, Алиев Тамерлан Ильясович, Янаева Радима Магомедовна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НЕОТЛОЖНЫЕ СОСТОЯНИЯ ДЕТСКОЙ ГИНЕКОЛОГИИ В ПРАКТИКЕ ХИРУРГА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

EMERGENCY CONDITIONS OF PEDIATRIC GYNECOLOGY IN PRACTICE (LITERATURE REVIEW)

**M. Labzina
A. Tolstova
S. Kupcova
Ya. Tamarova
D. Prokopenko
G. Sharipova**

Summary. Determining the etiology of acute pelvic pain in girls is often a challenging clinical task. Particularly in young girls, it is often difficult to determine whether acute pelvic symptoms are from a gynecological source or from a genitourinary or gastrointestinal etiology based on the clinical examination of the child alone. Thus, imaging plays a key role in making a diagnosis and in prescribing medical and surgical treatment. Pediatric gynecological conditions that may present with acute pain include ovarian torsion, hematometrocolpos, pelvic inflammatory disease, inguinal hernias containing the ovary or uterus, or both, adnexal cysts, pregnancy, vaginal foreign bodies, and ovarian vein thrombosis. Sources of pelvic pain in non-gynecological girls include appendicitis, distal ureterolithiasis, Crohn's disease, and more.

Keywords: adolescent girls, pelvic pain syndrome, pediatric gynecology, abdominal syndrome, ovarian apoplexy.

Лабзина Маргарита Владимировна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва»
LudmilaMedin@yandex.ru

Толстова Анастасия Сергеевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва»
asyatol97@mail.ru

Купцова Светлана Викторовна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва»
svetlkupcova@yandex.ru

Тамарова Яна Андреевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва»
ya.tihanova@yandex.ru

Прокопенко Дарина Александровна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва»
prokopenko_darina@mail.ru

Шарипова Гулноза Акрамовна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва»
gulnoza.sharipova.13@mail.ru

Аннотация. Выявление этиологии острой тазовой боли у девочек часто является сложной клинической задачей. В частности, у маленьких девочек часто бывает трудно определить, происходят ли острые тазовые симптомы из гинекологического источника или из мочеполовой или желудочно-кишечной этиологии, только на основании клинического обследования ребенка. Таким образом, визуализация играет ключевую роль в постановке диагноза и в назначении медикаментозного и хирургического лечения. Детские гинекологические состояния, которые могут проявляться острой болью, включают перекрут яичника, гематометрокольпоз, воспалительные заболевания органов малого таза, паховые грыжи, содержащие яичник или матку, или и то, и другое, кисты придатков, беременность, инородные тела влагалища и тромбоз яичниковой вены. Источники тазовой боли у девочек негинекологической этиологии включают аппендицит, дистальный уретеролитиаз, болезнь Крона и многое другое.

Ключевые слова: девочки-подростки, синдром тазовой боли, детская гинекология, абдоминальный синдром, апоплексия яичника.

Правильное определение и диагностика причин острой тазовой боли у девочек имеет решающее значение для ухода за такими пациентами.

Распространенность варьируется в зависимости от причин тазовой боли у девочек.

- ◆ У 90% детей с абдоминальной болью органического заболевания нет.
- ◆ У 10% удается установить органическую причину абдоминалгий.
- ◆ В 70–80% абдоминальная боль, имеющая органическую причину, случаев связана с хирургической патологией.
- ◆ В 10–15% случаев с патологией репродуктивной системы [1, 2, 3].

Механизмы возникновения тазовой боли очень разнообразны, и многие из них мало изучены. Но некоторые патологические состояния уже хорошо известны, поддаются диагностике, и на данный момент их лечение научно обоснованно.

Гинекологическая патология: апоплексия яичника, овуляторный синдром, дисменорея, опухоли и опухолевидные образования яичников -осложненное течение, перекрут неизменных придатков матки, перекрут гидатды, воспалительные заболевания внутренних половых органов, внематочная беременность, угроза прерывания маточной беременности, аборт входу, некоторые формы врожденных аномалий развития половых органов, ранения сводов влагалища, проникающие ранения брюшной полости, рефлюкс менструальной крови, нарушение питания миоматозного узла, нагноение кисты молочной железы, травма наружных половых органов, вульвовагиниты, инородное тело влагалища

Патология со стороны ЖКТ: острый аппендицит, острая неспецифическая абдоминальная боль, меккелев дивертикул, кишечная непроходимость, мезентериальный аденит, гастроэнтерит

Расстройства мочевыводящих путей: инфекция мочевыводящих путей, обструктивные уropатии, мочекаменная болезнь [2, 3].

Абдоминальный синдром у девочек-подростков — распространенное явление, часто служащее причиной госпитализации в стационар. На боли в животе дети жалуются значительно чаще, чем взрослые. Собранный тщательно анамнез и полное физикальное обследование способствуют своевременной диагностике и лечению заболевания, вызвавшего абдоминальный синдром. В анамнезе особое внимание следует уделять данным о менструальной функции, наличии половой жизни, ис-

пользовании средств контрацепции. Чаще всего абдоминальный синдром органической природы у девочек связана с патологией репродуктивной системы [4].

Абдоминальный синдром при апоплексии яичника

Классификация апоплексии яичника в зависимости от клинической картины:

Анемическая — ведущий симптом- внутрибрюшное кровотечение

С учетом величины внутрибрюшной кровопотери выделены три степени геморрагической формы апоплексии яичника:

- ◆ легкая (кровопотеря 100–150 мл);
- ◆ среднетяжелая (кровопотеря 150–500 мл);
- ◆ тяжелая (кровопотеря более 500 мл).

Болевая-характерен выраженный болевой синдром, сопровождающийся тошнотой с возможным повышением температуры.

Смешанная -симптомы двух предыдущих форм выражены в равной степени [5, 6, 7].

Причины приводящие к апоплексии: овуляция, острые и особенно хронические воспаления внутренних органов женской половой сферы, склеротические изменения сосудов и тканей яичника, эндокринные нарушения, вследствие послеоперационных спаек в малом тазу, варикозное расширение вен малого таза, нарушения свёртываемости крови (тромбоцитопения) вследствие приёма препаратов-антикоагулянтов или ряда заболеваний.

Спровоцировать кровоизлияние способны: механическое повреждение органов малого таза, (например: травма), физическое перенапряжение, половой акт, верховая езда.

Клиническая картина: острая боль внизу живота, тошнота, рвота, слабость, головокружение, холодный пот, обморочное состояние. Жалобы при обследовании: болезненность при пальпации в нижних отделах живота, незначительное напряжение мышц в подвздошных областях, умеренно выраженные симптомы раздражения брюшины на стороне поражения, увеличенный-болезненный яичник, матка обычных размеров и консистенции, выделения из половых путей слизистые [7, 8].

По данным ультразвукового исследования, врач может увидеть, что один из яичников увеличен в размерах без доминантного фолликула, с увеличением количества стромального компонента и очаговым повыше-

нием экзогенности. Сосудистый рисунок в этом участке ткани яичника обеднен или отсутствует.

При анемической форме апоплексии яичника — наблюдается свободная жидкость в брюшной полости

Тактика детского хирурга

При болевой форме апоплексии, когда нет признаков продолжающегося кровотечения, а объем кровопотери небольшой, возможен консервативный подход к лечению. Пациенткам показан покой, постельный режим, и гемостатические препараты. При нарастании клинических симптомов ограничиться консервативной терапией не удастся. Если вовремя не остановить внутрибрюшное кровотечение, то высока вероятность геморрагического шока. Операция потребует и в неясных случаях, когда до конца не удаётся определиться с диагнозом. Коагуляция кровоточащих сосудов (редко проводится резекция), брюшная полость очищается от крови и сгустков [9, 10].

Абдоминальный синдром при опухолях и опухолевидных образованиях яичников, наиболее часто встречающихся в детском возрасте

Опухолевидные процессы:

Параовариальные кисты

Функциональные кисты яичников:

- ◆ Фолликулярная киста
- ◆ Киста желтого тела
- ◆ Эндометриоидные кисты яичников

Герминогенные опухоли:

- ◆ Тератомы (зрелые и незрелые)
- ◆ Дисгерминомы

Истинные эпителиальные опухоли:

- ◆ серозные цистаденомы
- ◆ муцинозные цистаденомы

Гонадобластомы

- ◆ опухоли стромы полового тяжа
- ◆ липидоклеточные опухоли

В 97% случаев образования являются доброкачественными. Злокачественные опухоли яичников возникают редко (отличительный признак-быстрый рост) [11].

Клиническая картина: важной особенностью течения опухолей яичников и параовариальных кист (ре-

тенционные образования, располагающиеся между листками широкой связки матки, развиваются из остатков мезонефральных протоков) в детском возрасте — отсутствие специфической картины.

Боли в животе возникают в связи с появлением осложнений в виде: перекрута придатков матки, кровоизлияния в полость функциональной кисты, разрыва капсулы объемного образования, распространения опухолевидного процесса за пределы яичника [12].

Абдоминальный болевой синдром при перекруте придатков матки

Встречается в 2,7% случаев всех обращений детей с абдоминальным синдромом

У новорожденных — развитие кист яичников, возникает чаще из-за высокого уровня циркулирующих в крови материнских гормонов.

Классификация перекрутов ножки опухоли яичников:

- ◆ Частичный перекрут — на 180°
- ◆ Полный перекрут — на 360°, 720°

Чаще всего (60%) перекрут возникает с правой стороны (вследствии большой подвижности купола слепой кишки). Преимущественная локализация болей в животе с правой стороны, около 40% детей с выявленными в ходе обследования образованиями придатков поступили с диагнозом острого аппендицита [13, 14, 15, 16].

Перекрут яичника из-за массы придатков вызывает различные симптомы и признаки клинической картины. Наиболее распространенным симптомом является острая боль внизу живота, сопровождаемая тошнотой и рвотой. Некоторые пациенты испытывают волны тошноты с рвотой или без нее. Боль в животе, как правило, возникает внезапно. Большинство зарегистрированных пациентов обращались за оценкой через 1 или более дней до 210 дней после начала боли [17]. Пациентки в предменархальном периоде, как правило, отмечали диффузную боль, поскольку им было трудно локализовать боль. Считалось, что неприятные симптомы и признаки вызваны перекрутом придатков. У некоторых пациенток был обнаружен перекрут яичника без инфекционного заболевания, приводящий к субфебрильной лихорадке [18, 19].

Абдоминальный болевой синдром перекрут левых придатков матки

Самая сложная для диагностики ситуация — перекруте нормальных левых придатков. На ранних этапах

болевой синдром очень выражен — связано с нарушением венозного оттока [20].

Если прекращается артериальный кровоток: болевой синдром уменьшается, ошибочно принимается за улучшение состояния, приводит к поздней диагностике этого состояния, ведет к потере здорового органа. Чем раньше во времени будет проведена операция, тем больше вероятность сохранить репродуктивные органы, пока в них не произойдет некроз тканей.

В 87% случаев диагноз перекрута яичников ставится на основании УЗИ органов малого таза.

При УЗИ — увеличение размеров перекрученного яичника по сравнению со здоровым в 1,5–2 раза, нарушается эхоструктура, при ЦДК резкое обеднение кровотока или его отсутствие.

Наличие кровоснабжения на доплеровском исследовании не исключает диагноза перекрута придатков (двойное кровоснабжение из яичниковой и маточной артерий, симптомокомплекс перекрута придатков может быть связан с венозным полнокровием, возникающим до повреждения артериального русла) [21, 22].

Эхографическая картина является неспецифичной и зависит от степени перекрута и наличия или отсутствия сопутствующей патологии яичника [23].

На эхограммах прежде всего определяется увеличение яичника, с выраженным изменением его внутреннего строения. Эффективным диагностическим методом оценки этого состояния является цветовая доплерография, позволяющая выявить отсутствие или наличие кровотока [24, 25, 26, 27]. Отсутствие кровотока — плохой прогностический признак, свидетельствующий об произошедшем некрозе.

Во всех, в том числе сомнительных, случаях рекомендуется проведение диагностической лапароскопии. На долю диагностических лапароскопий приходится 25–30% [28].

Лечение

J. Bland Sutton (21 апреля 1855 г. — 20 декабря 1936 г., британский хирург) предложил сальпингоофэктомией без деторсии придатков для предупреждения тромбоэмболий из пораженной тромбозом яичниковой вены [29]. Затем была предложена тактика, при которой макроскопически жизнеспособные придатки подвергались деторсии после пальпации воронкотазовых вен, чтобы механически продвинуть тромбы в реципируемую часть [30, 31].

В настоящее время имеются убедительные доказательства, поддерживающие выполнение деторсии яичников, а не овариэктомии, при ведении детей с перекрутом яичников. Сохранение яичников является безопасным и предпочтительным при лечении перекрута яичников [32, 33].

Овариопексия при перекруте яичника

Роль овариопексии в лечении перекрута яичника не совсем однозначна, есть сторонники и противники, единого мнения по этому поводу нет.

Считают, что она показана в случаях повторного или двустороннего перекрута, предшествующего удалению придатков с одной стороны или патологического удлинения маточно-яичниковой связки [34, 35].

Решение в конечном счете принимает сам хирург.

Несколько методов овариопексии:

- ◆ фиксация к боковой стенке таза
- ◆ прикрепление к круглой связке или задней поверхности матки. Овариальная функция после деторсии в 88–100% наблюдений сохраняется.

Не существует эффективного метода прогнозирования жизнеспособности яичника по макроскопическому виду!

Во всех случаях перекрута придатков матки следует максимально избегать аднексэктомии. Удаление поврежденного органа рекомендуется только при наличии очевидных признаков повреждения придатков, таких, как: отрыв связок или разрушение тканей яичника [36].

Абдоминальный болевой синдром при воспалительных процессах органов малого таза

У девочек не живущих половой жизнью, в допубертатном периоде воспаление органов малого таза встречается редко. В большинстве случаев воспаление носит вторичный характер-передача инфекции происходит гематогенным или лимфогенным путем от пораженно-воспалительным процессом органа к маточной трубе и яичникам.

Часто воспаление обусловлено: стрептококки, стафилококки, энтерококки, грибы Candida, хламидии, микоплазмы, уреаплазмы, кишечная палочка, клебсиеллы, протей, вирусы, актиномицеты, трихомонады и др.

К инфекции предрасполагают врожденные аномалии уrogenитального тракта (наличие перегородок

в матке, рудиментарных рогов). ВЗОМТ-нередко принимают за хирургические заболевания, чаще за острый аппендицит, реже за острую кишечную непроходимость. Гинекологические заболевания обычно начинаются постепенно, с постоянной боли в низу живота и пояснице, отмечается слабость, вялость, потеря аппетита, повышение температуры, могут наблюдаться дизурия и позывы к дефекации. При нарастании боли возможны тошнота, озноб, задержка стула и газов, черты лица заостряются, язык сухой, пульс частый, отмечается вздутие живота, дефанс, болезненность при пальпации, синдромы раздражения брюшины. В крови лейкоцитоз-нейтрофилез. Ректо-абдоминальное исследование резко болезненное, затруднено. Характерны гнойные выделения из половых путей, болезненность при смещении шейки матки [37]. Дифференцируя с острым аппендицитом, следует помнить, что при деструктивных аппендицитах с любым расположением отростка почти всегда наблюдается эпигастральная фаза.

Для дифференциальной диагностики острого аппендицита с острым воспалением половой сферы предложено несколько симптомов:

Симптом Промптова. При ректальном исследовании можно определить болезненность тазовой брюшины, в случае гинекологической патологии будет ощущение резкой боли при поднятии шейки матки.

Симптом Френкеля. Смещение шейки матки в стороны сопровождается при воспалении гениталий резким усилением болей.

Симптом Жердинского. Больная лежит на спине, пальцем надавливают в точке Кюммеля (на 2 см ниже пупка справа) и, фиксируя палец, просят больную принять вертикальное положение. Усиление боли свидетельствует об остром аппендиците, а уменьшение — о сальпингоофорите [38].

Абдоминальный синдром при внематочной беременности

Факторы риска развития внематочной беременности: воспалительные заболевания маточных труб, использование посткоитальной контрацепции, генитальный инфантилизм, стресс (психологическая травма), эндометриоз, вегетативно-сосудистые и нейроэндокринные нарушения.

Локализация внематочной беременности:

1. Трубная (ампулярный, истмический отделы, интерстициальный, на фимбриях)
2. Яичниковая
3. Брюшная (первичная, вторичная)

4. Беременность в рудиментарном роге матки
5. Шеечная, межсвязочная
6. Беременность многоплодная (двухсторонняя трубная)
7. Гетеротопическая (одно плодное яйцо – в полости матки, второе в трубе или рудиментарном роге [39].

Оказание медицинской помощи беременным женщинам до 17 лет включительно, необходимо руководствоваться приказом

МЗ РМ от 30.11.2018г № 1815 «Об организации медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий) в РМ». (с изменениями, внесенными приказами МЗ РМ от 05.03.19г № 196, 18.06.19г № 655)

Где утверждены пути маршрутизации при оказании медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий)» в Республике Мордовия; алгоритмы оказания медицинской помощи беременным, роженицам и родильницам с экстрагенитальной патологией; при угрожающем аборте; при искусственном прерывании беременности.

Диагностика внематочной беременности: анамнез(-задержка менструации 6–8 недель); боль в нижних отделах живота, которые могут иррадиировать в задний проход, лопатку, ключицу в сочетании с положительным мочевым тестом на беременность; боли при смещении шейки матки; наличие признаков беременности; мажущие кровянистые выделения из половых путей; общие нарушения(ухудшение общего состояния тошнота, жидкий стул, метеоризм); лабораторные исследования в сыворотке крови(в-ХГЧ); УЗИ (выявление плодного яйца, внутрибрюшного кровотечения, перитубарной гематомы). При трансвагинальном УЗИ невозможность визуализации плодного яйца в матке; лапароскопия [40].

Абдоминальный синдром при травмах половых органов у девочек

Классификация свежих повреждений:

- ◆ Разрывы
- ◆ Патологический разрыв девственной плевы
- ◆ Разрыв влагалища
- ◆ Разрыв вульвы
- ◆ Разрыв промежности
- ◆ Гематомы
- ◆ Гематома вульвы
- ◆ Гематома стенки влагалища

- ◆ Гематома забрюшинного пространства малого таза
- ◆ Ожоги

Классификация разрывов:

- ◆ Неинфицированный разрыв
- ◆ Инфицированный разрыв
- ◆ Непроницающий разрыв
- ◆ Проницающий разрыв

Диагностика: анамнез, осмотр наружных половых органов, пальпация и перкуссия живота, вагиноскопия, катетеризация мочевого пузыря, осмотра прямой кишки [41].

Диагностической лапароскопии (при подозрении на проникающее ранение брюшной полости). Если трудно определить локализацию и обширность повреждения, то обследование проводят под наркозом [42].

Лечение при разрывах:

1. Прижатие кровоточащего сосуда
2. Неинфицированный (до 24 часов) разрыв ушивается
 - ◆ На катетере, если разрыв в области уретры
 - ◆ Послойно, стенка влагалища в последнюю очередь
 - ◆ Если повреждена брюшина — при лапароскопии
3. Инфицированный разрыв — гемостаз и открытое ведение
4. Антибиотикотерапия

Лечение при гематомах:

Прижатие, анальгетики, при продолжающемся кровотечении — вскрытие гематомы и хирургический гемостаз, антибиотикопрофилактика [43, 44].

Причины диагностических ошибок и ошибок в выборе тактики ведения и лечения

1. Пренебрежение гинекологическим анамнезом (своевременная диагностика апоплексий яичника, осложненных функциональных кист, дисменореи во многом связана с определенным днем менструального цикла)
2. Редкое проведение ректоабдоминального исследования после очистительной клизмы
3. Отсутствие дооперационного УЗ мониторинга органов малого таза
4. Отсутствие ревизии органов малого таза при аппендэктомии
5. Неправильная оценка интраоперационной ситуации
6. Неадекватный объем оперативного лечения
7. Отсутствие онкологической настороженности при выявлении опухолей и опухолевидных образований яичников [45].

В заключении хотелось отметить, что оценка тазовой боли у девочек-подростков должна включать гинекологическую этиологию. Данный обзор литературы показал, что абдоминальный болевой синдром — одна из наиболее часто встречающихся проблем в практике детского гинеколога и это определяет его актуальность. При абдоминальном болевом синдроме важно исключить острую хирургическую патологию и провести правильную дифференциальную диагностику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kornienko EA. Abdominal pain in children. Differential diagnosis and treatment algorithms. RMJ. 2019;13(18):1197–1201. (in Russian).
2. Skirda IYu, Petishko OP, Zavgorodnyaya NYu. Epidemiological features of diseases of the digestive system in children and adolescents in Ukraine. Gastroenterologia. 2017;51(4):229–236. doi: 10.22141/2308–2097.51.4.2017.119287. (in Ukrainian).
3. Shutova EV, Belousova OYu, Pavlenko NV. Optimization of diagnosis of early stage of gallstone disease in children. Sovremennaya pediatriya. 2020;66(2):88–91. doi: 10.15574/SP.2015.65.88. (in Russian).
4. Ursova NI. Tactics of pediatry in abdominal pain in children. Meditsinskii sovet. 2017;(9):80–84. doi: 10.21518/2079–701X-2017–9–80–84. (in Russian).
5. Reust CE, Williams A. Recurrent abdominal pain in children. Am Fam Physician. 2018 Jun 15;97(12):785–793.
6. Van den Beukel BA, de Ree R, van Leuven S., et al. Surgical treatment of adhesion-related chronic abdominal and pelvic pain after gynaecological and general surgery: a systematic review and meta-analysis. Hum Reprod Update 2017; 23 (03) 276–288
7. McWilliams GD, Hill MJ, Dietrich CS3rd. Gynecologic emergencies. Surg Clin North Am 2019;88:265–83,
8. Celik A, Ergün O, Aldemir H, Ozcan C, Ozok G, Erdener A, et al. Long-term results of conservative management of adnexal torsion in children. J Pediatr Surg 2005;40:704–8.
9. Anders JF, Powell EC. Urgency of evaluation and outcome of acute ovarian torsion in pediatric patients. Arch Pediatr Adolesc Med 2019;159:532–5.
10. Kirkham YA, Lacy JA, Kives S, Allen L. Characteristics and management of adnexal masses in a canadian pediatric and adolescent population. J Obstet Gynaecol Can 2018;33:935–43.
11. Brown HM, Robker RL & Russell DL 2020 Development and hormonal regulation of the ovarian lymphatic vasculature. Endocrinology 151 5446–5455.
12. McCartney C.R., Blank S.K., Prendergast K.A. Obesity and sex steroid changes across puberty: Evidence for marked hyperandrogenemia in pre- and early pubertal obese girls. J Clin Endocrinol Metab. 2020; 92: 430–436

13. Bandyal A., Stahl C. Obesity, reproductive health, and bariatric surgery in adolescents and young adults. *J Pediatr Adolesc Gynecol.* 2021; 25: 277–279
14. Tanner J.M. Growth and maturation during adolescence. *Nutr Rev.* 2018; 39: 43–55
15. Lee S., Kuk J.L., Hannon T.S. Race and gender differences in the relationships between anthropometrics and abdominal fat in youth. *Obesity (Silver Spring).* 2019; 16: 1066–1071
16. Yakovenko EP, Yakovenko AV, Anafonova NA. Abdominal pain syndrome: optimal approach to the choice of medical preparation. *Sucasna gastroenterologia.* 2019;(45):99–107. (in Russian).
17. Volosovets AP, Krivopustov SP. Abdominal pain in children: problem-oriented approach. *Sovremennaya pediatriya.* 2020;(32):49–57. (in Russian).
18. American Academy of Pediatrics Subcommittee on Chronic Abdominal Pain; North American Society for Pediatric Gastroenterology Hepatology, and Nutrition. Chronic abdominal pain in children. *Pediatrics.* 2018 Mar;115(3): e370–81.
19. Sanfilippo J, Erb T. Evaluation and management of dysmenorrhea in adolescents. *Clin Obstet Gynecol* 2020;51:257–267
20. Burnett M, Lemyre M. No. 345-Primary Dysmenorrhea Consensus Guideline. *J Obstet Gynaecol Can* 2017;39:585–595.
21. Jarrell JF, Vilos GA, Allaire C, Burgess S, Fortin C, Gerwin R, Lapensée L, Lea RH, Leyland NA, Martyn P, Shenassa H, Taenzer P, Abu-Rafea B; Chronic Pelvic Pain Working Group; SOGC. Consensus guidelines for the management of chronic pelvic pain. *J Obstet Gynaecol Can* 2018;27:781–826.
22. Smorgick N, As-Sanie S. Pelvic Pain in Adolescents. *Semin Reprod Med* 2018;36:116–122. Epub 2018
23. Steege JF, Siedhoff MT. Chronic pelvic pain. *Obstet Gynecol* 2014;124:616–629.
24. Evans S. Management of persistent pelvic pain in girls and women. *Aust Fam Physician* 2017;44:454–459.
25. Knox B, Ong YC, Bakar MA, Grover SR. A longitudinal study of adolescent dysmenorrhoea into adulthood. *Eur J Pediatr* 2019;178:1325–1332.
26. Buttram VC, Gibbons WE. Müllerian anomalies: a proposed classification. (An analysis of 144 cases). *Fertil Steril* 2017;32:40–46.
27. Siedentopf F, Weijenborg P, Engman M, Maier B, Cagnacci A, Mimoun S, Wenger A, Kantenich H. ISPOG European Consensus Statement — chronic pelvic pain in women (short version). *J Psychosom Obstet Gynaecol* 2019;36:161–170.
28. Schroeder B, Sanfilippo JS, Hertweck SP. Musculoskeletal pelvic pain in a pediatric and adolescent gynecology practice. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 2000;13:90.
29. Yu A. Complementary and alternative treatments for primary dysmenorrhea in adolescents. *Nurse Pract* 2019; 39:1–12.
30. Narayanan S, Bandarkar A, Bulas DI. Fallopian tube torsion in the pediatric age group: Radiologic evaluation. *J Ultrasound Med* 2019;33:1697–704.
31. Rossi BV, Ference EH, Zurakowski D, Scholz S, Feins NR, Chow JS, et al. The clinical presentation and surgical management of adnexal torsion in the pediatric and adolescent population. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 2020;25:109–13.
32. Comerci G, Colombo FM, Stefanetti M, Grazia G. Isolated fallopian tube torsion: A rare but important event for women of reproductive age. *Fertil Steril* 2008;90:1198.e23–5.
33. Mueller C, Tomita S. Fallopian Tube Torsion as a Cause of Acute Pelvic Pain in Adolescent Females. *Case Rep Pediatr* 2020;2016:8707386.
34. Spinelli C, Piscioneri J, Strambi S. Adnexal torsion in adolescents: Update and review of the literature. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2018;27:320–5.
35. Righi RV, McComb PF, Fluker MR. Laparoscopic oophorectomy for recurrent adnexal torsion. *Hum Reprod* 2017;10:3136–8.
36. Ben-Arie A, Lurie S, Graf G, Insler V. Adnexal torsion in adolescents: Prompt diagnosis and treatment may save the adnexa. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2017;63:169–73
37. R.C. Brunham, S.L. Gottlieb, and J. Paavonen, “Pelvic inflammatory disease,” *The New England Journal of Medicine*, vol. 372, no. 21, pp. 2039–2048, 2018.
38. O. Jaiyeoba, G. Lazenby, and D.E. Soper, “Recommendations and rationale for the treatment of pelvic inflammatory disease,” *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, vol. 9, no. 1, pp. 61–70, 2019.
39. O. Jaiyeoba and D.E. Soper, “A practical approach to the diagnosis of pelvic inflammatory disease,” *Infectious Diseases in Obstetrics and Gynecology*, vol. 2011, Article ID753037, 6 pages, 2018.
40. C. Mitchell and M. Prabhu, “Pelvic inflammatory disease: current concepts in pathogenesis, diagnosis and treatment,” *Infectious Disease Clinics of North America*, vol. 27, no. 4, pp. 793–809, 2020.
41. F. Grodstein and K.J. Rothman, “Epidemiology of pelvic inflammatory disease,” *Epidemiology*, vol. 5, no. 2, pp. 234–242, 2017.
42. Lee KH, Hong JS, Jung HJ, Jeong HK, Moon SJ, Park WH, Jeong YM, Song SW, Suk Y, Son MJ, Lim JJ, Shin JI. Imperforate Hymen: A Comprehensive Systematic Review. *J Clin Med.* 2019 Jan 07;8(1)
43. Bakos O, Berglund L. Imperforate hymen and ruptured hematosalpinx: a case report with a review of the literature. *J Adolesc Health.* 2020; 24(3):226
44. Cetin C, Soysal C, Khatib G, Urunsak IF, Cetin T. Annular hymenotomy for imperforate hymen. *J Obstet Gynaecol Res.* 2018;42(8):1013–5.
45. Shaw LM, Jones WA, Brereton RJ. Imperforate hymen and vaginal atresia and their associated anomalies. *J R Soc Med.* 2021;76(7):560–6.

© Лабзина Маргарита Владимировна (LudmilaMedin@yandex.ru), Толстова Анастасия Сергеевна (asyatol97@mail.ru),
 Купцова Светлана Викторовна (svetlukupcova@yandex.ru), Тамарова Яна Андреевна (ya.tihanova@yandex.ru),
 Прокопенко Дарина Александровна (prokopenko_darina@mail.ru), Шарипова Гулноза Акрамовна (gulnoza.sharipova.13@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЫХЛАЯ ВПИТЫВАЮЩАЯ ПОВЯЗКА В ЛЕЧЕНИИ МАССИВНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЯГКИХ ТКАНЕЙ. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МЕЖДУНАРОДНЫХ ГУМАНИТАРНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ПРАКТИКЕ ТРАВМА-ЦЕНТРА 2 УРОВНЯ В РФ

LOOSE ABSORBENT BANDAGE IN THE TREATMENT OF MASSIVE SOFT TISSUE INJURIES. EXPERIENCE OF USING SURGICAL METHODS OF INTERNATIONAL HUMANITARIAN ORGANIZATIONS IN THE PRACTICE OF A LEVEL 2 TRAUMA CENTER IN THE RUSSIAN FEDERATION

**A. Lazutin
N. Dmitriev**

Summary. Treatment of massive soft tissue injuries is the cause of prolonged inactivity and requires significant resources. At the moment, there are no uniform principles and guidelines for the treatment of such injuries in the Russian Federation. The use of expensive methods and local remedies is not always proven to be effective and imposes an additional financial and operational burden on the medical institution and medical staff. A loose absorbent bandage is a cheap, safe and effective alternative to expensive methods such as a vacuum aspiration system for wound treatment. Its effectiveness has been proven by the International Red Cross in armed conflicts and can be successfully applied in the conditions of trauma centers of the Russian Federation.

The aim of the study is to equate the effectiveness of treatment of soft tissue wounds of various localization with a loose absorbent bandage and other methods, including high-tech methods such as a vacuum aspiration system of wounds. As a result, we saw that a loose absorbent bandage is in no way inferior in quality to the treatment of wounds of various localization compared to other methods, however, this method is simpler, cheaper and more affordable.

Keywords: soft tissue injury, treatment, loose absorbent bandage.

Лазутин Андрей Сергеевич

Врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л.Г. Соколова» ФМБА России, Санкт-Петербург
lazutin.as@yandex.ru

Дмитриев Николай Викторович

К.м.н., Хирург, Госпитальный проект
Международного Комитета Красного Креста
nv_dmitriev@mail.ru

Аннотация. Лечение массивных повреждений мягких тканей является причиной длительной неработоспособности и требует значительных ресурсов. На настоящий момент в РФ отсутствуют единые принципы и руководства по лечению такого рода повреждений. Применение дорогостоящих методов и местных средств не всегда доказано эффективно и возлагает дополнительный финансовое и рабочее бремя на лечебное медицинское учреждение и медицинский персонал. Рыхлая впитывающая повязка дешевая, безопасная и эффективная альтернатива дорогостоящим методам, таким как вакуумная аспирационная система лечения ран. Ее эффективность доказана Международным Красным Крестом в условиях вооруженных конфликтов и может с успехом применяться в условиях травма центров РФ.

Цель исследования состоит в равнении эффективности лечения ран мягких тканей различной локализации рыхлой впитывающей повязкой и другими методами, в том числе и высокотехнологичными методами, такими как вакуумная аспирационная система ран. В результате мы увидели, что рыхлая впитывающая повязка ничем не уступает по качеству лечения ран различной локализации по сравнению с другими методами, однако такой метод является более простой, дешевый и доступный.

Ключевые слова: травма мягких тканей, лечение, рыхлая впитывающая повязка.

Введение

В РФ, в 2015–2019 гг. в общей структуре смертности травма и другие внешние причины смерти заняли 3 место, уступая только заболеваниям системы кровообращения и злокачественным новообразованиям. По данным Росстата, в 2018 году только

в ДТП погибло 18200 человек, ранено 214900 человек. На одного пострадавшего вследствие производственной травмы приходится более 40 дней потери трудоспособности [1]. В других странах статистика схожа, при этом зарубежные авторы отмечают, что именно травма является лидирующей причиной потери трудоспособных лет и поражает в основном экономически актив-



Рис. 1. Рыхлая впитывающая повязка

ные возрастные группы [2]. При анализе локализаций и типа травмы основным было повреждение конечностей и мягких тканей. Так, только в 2015 году открытые раны, размозжения и травматические ампутации составили 2605000 случаев. Современная бытовая (высокоскоростные ДТП, производственные травмы) и криминальная (огнестрельные и взрывные ранения) травма требует тщательного, длительного, порой многоэтапного лечения. При высокоэнергетической травме происходит не только массивное разрушение тканей. В результате передачи большого количества энергии тканям происходит изменение микроциркуляции и, как результат, возникающая ишемия усугубляет развитие некрозов и инфекции. Характерным для таких ран является высокая бактериальная контаминация вследствие загрязнения ран землей, частицами тканей одежды и т.п. Ряд сопутствующих состояний, таких как травматический рабдомиолиз, переломы трубчатых костей с кровотечением, сопутствующая сосудистая травма и др. существенно ухудшают состояния пациента и снижают его потенциал к заживлению.

Лечение высокоэнергетических повреждений мягких тканей остается сложной и актуальной задачей. Безусловно, ключевым моментом лечения является первичная хирургическая обработка. Однако послеоперационное ведение этих ран остается дискуссионным. В изученной нами литературе мы не нашли единого протокола послеоперационного ведения обширных ран мягких тканей. Наблюдается пугающее многообразие мнений врачей о кратности перевязок, сроках закрытия раны, применения тех или других топических агентов, при этом зачастую выбор метода зависит не от доказательств его эффективности и безопасности, а от медицинской «моды» и «традиций». Зачастую принципы ведения обширных ран мягких тканей не отличаются от ведения гнойных ран.

Хотя все авторы говорят о необходимости выполнения полноценной хирургической обработке, понятие

«полноценной» весьма размыто. В послеоперационном периоде наиболее часто используются ежедневные перевязки с использованием топических агентов на основе ПЭГ (Левосин, Левомеколь), закрытие раны производится спустя 2–3 недели и позже, особенно если для закрытия ран требуется пластические манипуляции (пластика свободным лоскутом, ротационная пластика и др. [3]. Однако, при анализе данных Кокрейновской библиотеки мы не нашли доказательств эффективности применения различных топических средств для лечения ран и профилактики инфекции [4]. Более того, использование растворов антисептиков не продемонстрировало большей эффективности по сравнению с использованием обычной водопроводной воды [4,5]. В последние 10 лет активно пропагандируется применение систем отрицательного давления (NPWT), но доказательств эффективности систем низкого давления до сих пор нет [6,7,8].

Международный Комитет Красного Креста оказывает разностороннюю помощь жертвам войн и вооруженных конфликтов по всему миру в течение последних веков. Одним из видов помощи является хирургическая помощь раненым в условиях дефицита ресурсов и сложной медико-тактической обстановки. Врачами хирургами МККК был разработан и введен в практику метод лечения ран (в подавляющем большинстве высокоэнергетических, вызванных огнестрельными ранениями и взрывной травмой). Суть метода заключается в полноценной первичной хирургической обработке раны, массивным промыванием раны и последующим применением рыхлой впитывающей повязки и иммобилизации (Рис. 1). Антибиотики применяются только для профилактики инфекции, в зависимости от типа раны, от однократной инъекции Цефазолин 2 г до 3 дней применения Цефазолин+Метрогил+Гентамицин. В первые 4–6 суток (период экссудативного воспаления в ране) перевязки не проводятся. Если ПХО была выполнена правильно, произведена декомпрессия и полноценное раскрытие всех компартментов, боле-

вой синдром минимален. Раневой экссудат дренируется в повязку. На 4–6 сутки повязка становится сухой, твердой, с хорошей адгезией к раневой поверхности. Отек мягких тканей на этих сроках отсутствует, что позволяет выполнить закрытие раны без риска развития ишемии и инфекции. Отсроченные первичный шов или реконструктивное закрытие дефектов выполняется в условиях операционной обычно на 5 сутки после ПХО.

По данным МККК, такой способ позволяет в более чем 75% случаев закончить лечение массивных ран в течение 3 недель. Средняя частота хирургических интервенций при этом не превышает 2 на пациента. Иногда, при обширных дефектах, может потребоваться большее количество реконструктивных операций. Также большее число операций и сроки госпитализации требуются в случае уже развившейся в ране инфекции [9].

Цель исследования

Оценить эффективность и безопасность применения метода лечения ран по стандартам МККК в условиях многопрофильного травма центра 2 уровня РФ. Под эффективностью подразумевалось сроки закрытия ран и под безопасностью — частота развития инфекции в ране.

Материалы и методы

В исследование были включены пациенты, находившиеся на лечении в Валдайском филиале 122 МСЧ с массивной травмой мягких тканей. Под массивной травмой мы подразумевали повреждение всех слоев кожи, подкожной клетчатки и подлежащих структур (мышцы, костно-связочный аппарат) на площади более 1% общей площади поверхности тела (площадь ладони пострадавшего).

Стандартная операционная процедура

После поступления состояние пациента оценивалось группой специалистов в комнате критических состояний для выявления и устранения непосредственно жизнеугрожающих состояний (нарушения дыхания вследствие нарушения проходимости дыхательных путей, травмы легких, массивных кровотечений в полости тела и т.п.). После стабилизации состояния и/или диагностики жизнеугрожающих состояний пациенты направлялись в операционную, где выполнялось оперативное лечение. Если состояние пациента с обширной травмой мягких тканей было критическим из-за основной травмы (например, массивное внутрибрюш-

ное кровотечение) выполнялось хирургическое вмешательство, направленное на устранение основной угрозы жизни и сокращенная программа в режиме ортопедического damage control по поводу раны мягких тканей. Рана промывалась, проводилась временная мобилизация (гипсовая лангета, аппарат АВФ типа АО, др.) и накладывалась рыхлая впитывающая повязка. Если состояние пациента было стабильным, клинико-лабораторные признаки шока отсутствовали, то после поступления выполнялась первичная хирургическая обработка раны. Основными принципами ПХО были:

1. Остановка кровотечения.
2. Адекватное рассечение кожи и фасциотомия
3. Иссечение всех девитализированных тканей
4. Рана обильно промывалась стерильным физиологическим раствором (5–10 литров)
5. Оставление раны открытой. Швы не накладывались никогда, хотя порой возникало желание наложить «только пару швов для сопоставления».
6. После окончания хирургического вмешательства устанавливалась либо проточная-промывная система с раствором антисептика, либо вакуумная система для аспирации содержимого раны. Для сравнения результатов лечения также использовались рыхлые впитывающие повязки.

В послеоперационном периоде все пациенты получали симптоматическую терапию. Оценивались в динамике показатели крови (уровень гемоглобина, лейкоциты, уровень белка) и проводилась коррекция их нарушений. Так же обязательно из раны забирался посев на микрофлору и определение чувствительности к антибиотикам. Чаще всего назначались цефалоспорины 2 поколения+противомикробное и противопротозойное средство. Например, Аксетин 1.5 мг 3 р\д в\в + Метронидазол 100 мл 3 р\д в\в. Обычные сроки проведения антибактериальной профилактики составляли 3–5 дней. При развитии гнойного воспаления в ране антибактериальная терапия корректировалась.

Результаты

Всего проанализировано 21 историй болезни.

Средний возраст составил 38,7 лет, от 23 до 42

Обширная травма мягких тканей наиболее часто сопутствовала переломам длинных трубчатых костей (12 случаев) закрытой травме живота (7 случаев) и в 2 случаях была изолированной.

В примерно половине случаев в послеоперационном ведении была использована система низкого давления, в 10 случаях была использована рыхлая впитывающая повязка.

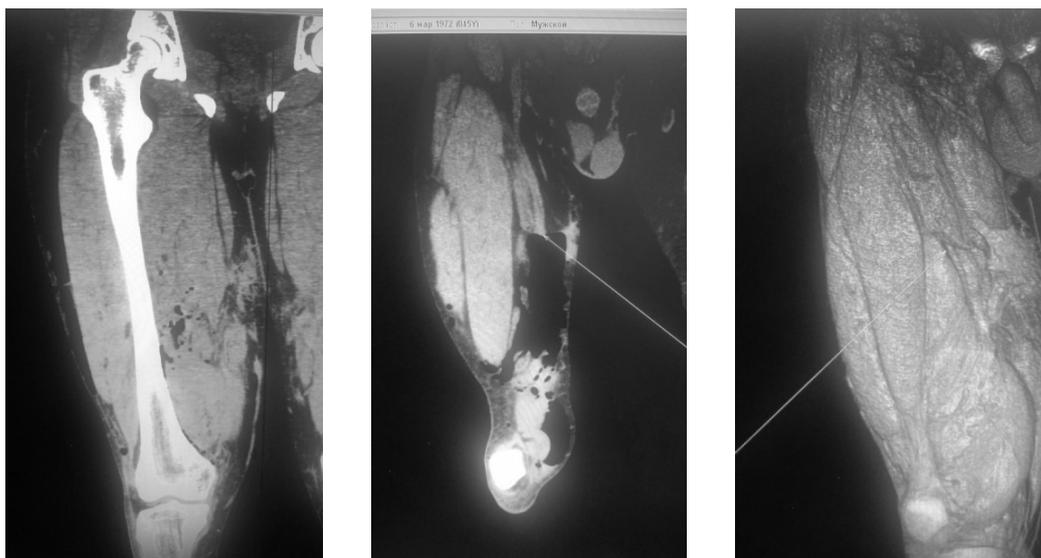


Рис. 2. Разрыв задней группы мышц бедра на уровне перехода тела мышцы в сухожилия



Рис. 3. Рана правого бедра после ПХО

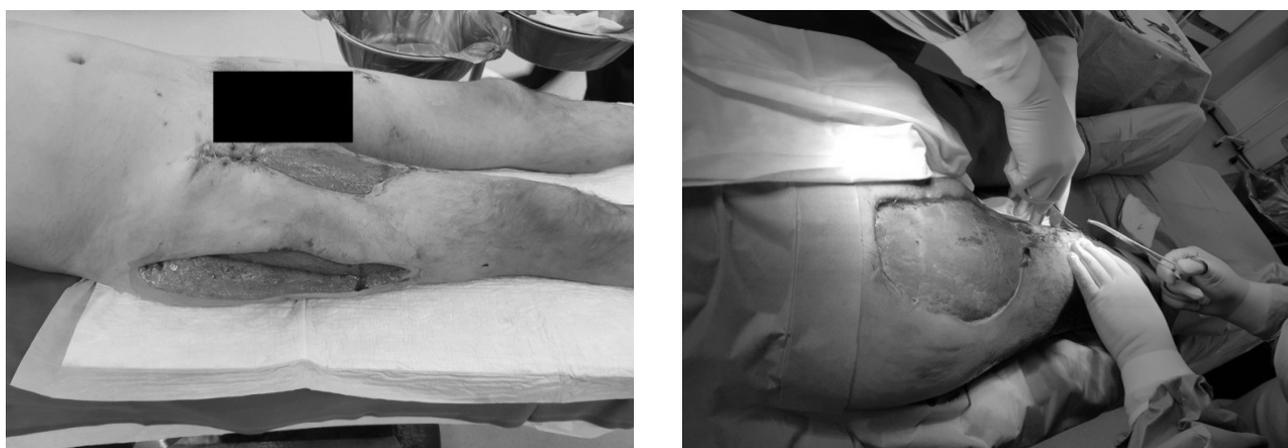


Рис. 4. Раны чистые, без зон некроза, без гнойного отделяемого, полностью готовы для выполнения последнего этапа лечения с ушиванием раны и выполнением кожной пластики

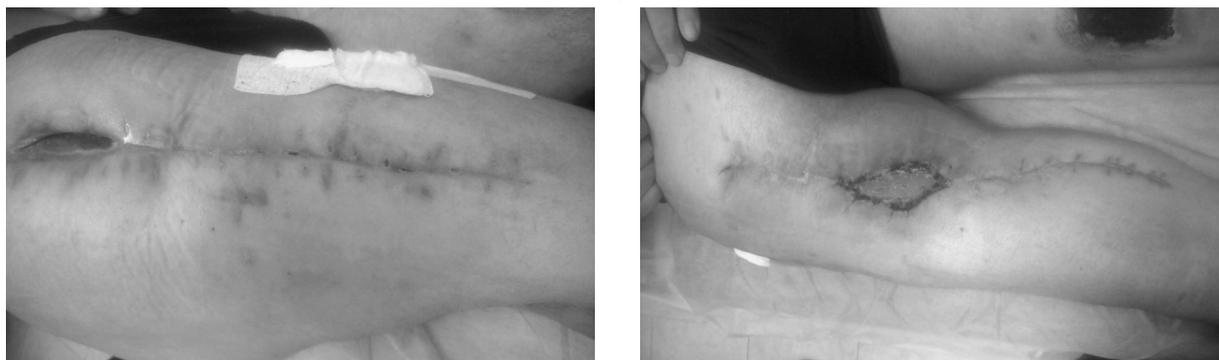


Рис. 5. Послеоперационный рубец, 21 сутки после травмы



Рис. 6. Фрагментарный переломом костей голени в верхней трети

В группе, где была использована РВП, сроки закрытия дефектов составили в среднем 2 недели, что примерно соответствует срокам закрытия дефектов в группе с применением системы низкого давления.

Клинические примеры

Клинический пример №1

Мужчина 46 лет получил травму мягких тканей правого бедра в результате ДТП (сбит легковым автомобилем). По вектору приложения сил травма высокоэнергетическая с ротационным механизмом воздействия на ткани бедра относительно оси правой бедренной кости. В результате рана представляла собой отслоение кожи и подкожно-жировой клетчатки от фасции бедра. Также присутствовал частичный разрыв задней группы мышц бедра на уровне перехода тела мышцы в сухожилия (Рис 2). Клиническая картина: правая бедренная кость без переломов. Обширные «карманы» области мягких тканей бедра с формированием гематомы. Так-

же были загрязненные землей раны кожи соединяющие поверхность кожи с глубокими ранами бедра.

Была выполнена первичная хирургическая обработка раны бедра. (Рис. 3)

Наложены рыхлые впитывающие повязки. На 7 сутки отек купирован, раны чистые. Произведена кожная пластика расщепленным лоскутом и ушивание ран. (Рис. 4)

Клинический пример №2

Пациент мужчина 20 лет, падение с мотоцикла при движении. Травма высокоэнергетическая с открытым фрагментарным переломом костей голени в верхней трети. (Рис. 6)

Вследствие крайне тяжелого общего состояния первым этапом был наложен аппарат ВФ, при этом проведено ПХО. (Рис. 7)



Рис. 7. Наложенный аппарат АВФ на левую голень



Рис. 8. Зоны некроза мягких тканей голени

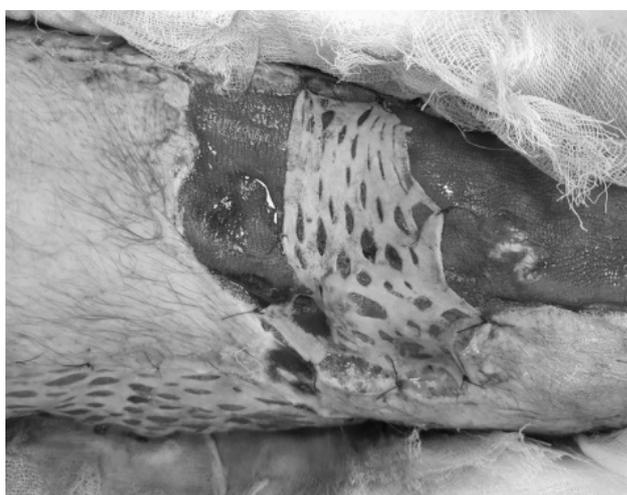


Рис. 9. Ушитая рана с выполнением кожной пластики



Рис. 10. Пациент через 4 месяца после получения травмы



Рис. 11. Огнестрельное пулевое ранение нижней трети голени



Рис. 12. Вид раны после ПХО



Рис. 13. Вид конечности на 10 сутки после травмы

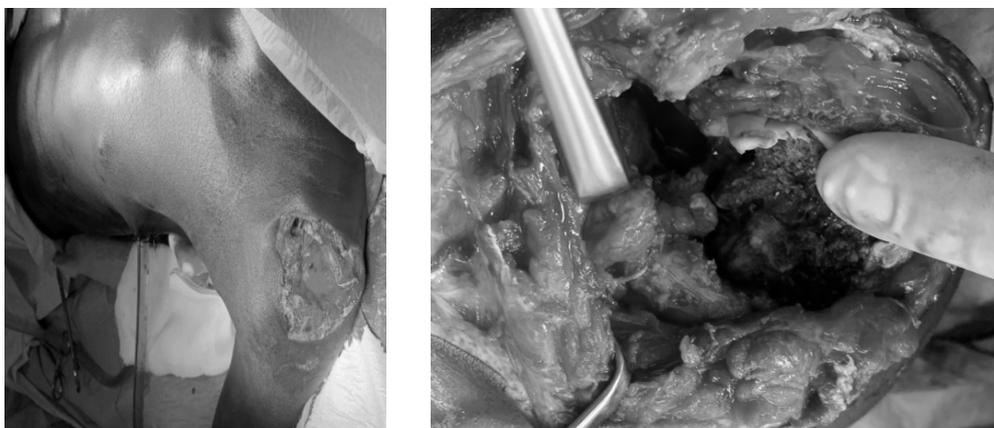


Рис. 14. Осколочное ранение области левого плечевого сустава



Рис. 15. Вид раны после ПХО



Рис. 16. Первично-отсроченные швы на ране плечевого сустава через 5 суток

На 3 сутки можно отчетливо видеть сформировавшиеся и формирующиеся зоны некроза (Рис. 8)

Через 10- дней раны очистились, что позволило осуществить закрытие ран путем ушивания и пластикой расщепленным кожным лоскутом. Рана голени через 10 дней на фоне лечения во время выполнения ушивания раны с выполнением кожной пластики. (Рис. 9)

Клинический пример № 3

Пациент мужчина, 22 лет. Огнестрельное пулевое ранение нижней трети голени, обратился за помощью в госпиталь МККК на 4 сутки после ранения. Диагноз: Огнестрельный оскольчатый перелом нижней трети большеберцовой кости, высокоэнергетическая травма. (Рис. 11)

Выполнено ПХО раны, наложение рыхлой впитывающей повязки и иммобилизация гипсовой лонгетой. (Рис. 12)

На 5 сутки, после удаления РВП наложен АВФ, раневой дефект закрыт ротационным лоскутом и расщепленным кожным. К 10-м суткам рана зажила. (Рис. 13)

Клинический пример № 4

Пациент мужчина, 15 лет. Поступил на 2 сутки после осколочного ранения области левого плечевого сустава,

проникающего ранения грудной клетки, левосторонним гемо-пневмотораксом. (Рис. 14)

Выполнено дренирование плевральной полости и ПХО раны плечевого сустава. (Рис. 15)

После операции была наложена рыхлая впитывающая повязка, которая была снята на 5 сутки. Рана чистая, признаков некрозов, инфекции нет. Раневая полость существенно уменьшилась. Выполнено наложение первично-отсроченных швов. (Рис. 16)

Заключение

В настоящее время отсутствуют доказано эффективные методы лечения массивных ран мягких тканей, также как и не существует доказательств о преимуществе тех или иных местных агентов. Эффективность рыхлой впитывающей повязкой продемонстрирована в госпиталях МККК в течение последних 40 лет. Ее применение позволяет снижает нагрузку на медицинский персонал, избавляет пациента от ненужных и болезненных перевязок, предотвращает контаминацию раны вследствие регулярного контакта с окружающей средой. Применение данного метода в условиях травма-центров в РФ безопасно и не менее эффективно, чем другие методы. Кроме того медицинского аспекта, следует учесть и экономический эффект от внедрения данного метода в повседневную практику ЛПУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.Н. Шаповал, С.Ю. Никитина, Л.И. Агеева, Г.А. Александрова, Н.М. Зайченко, Г.Н. Кириллова, С.А. Леонов, Е.В. Огрызко, И.А. Титова, Т.Л. Харькова, В.Ж. Чумарина, Пак Ден Нам. Здравоохранение в России 2019., Статистический сборник., Росстат. Москва 2019 Стат.сб./Росстат. — М., 3-46 2019.— 170 с. ISBN978–5–89476–470–2
2. Etienne G.K. James M., Anthony Z. World Health Organization, Department of Violence. Injury prevention and disability. Injuries and violence. Geneva: WHO; 2010.

3. Шибяев Е.Ю., Иванов П.А., Неведров А.В. и др. Тактика лечения посттравматических дефектов мягких тканей конечностей. Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2018; 7(1): 37–43. DOI: 10.23934/2223–9022–2018–7–1–37–43
4. Barajas-Nava LA, López-Alcalde J, Roqué i Figuls M, Solà I, Bonfill Cosp X. Antibiotic prophylaxis for preventing burn wound infection. Cochrane Database of Systematic Reviews 2013,. Issue 6. Art. No.: CD008738. CD008738.pub2
5. Iheozor-Ejiofor Z, Newton K, Dumville JC, Costa ML, Norman G, Bruce J. Negative pressure wound therapy for open traumatic wounds. Cochrane Database Syst Rev. 2018 Jul 3;7(7): CD012522.
6. McLain NE, Moore ZE, Avsar P. Wound cleansing for treating venous leg ulcers. Cochrane Database Syst Rev. 2021 Mar 10;3(3): CD011675. doi: 10.1002/14651858. CD011675.pub2. PMID: 33734426; PMCID: PMC8092712.
7. Bone Joint J. Tahir M, Chaudhry EA, Zimri FK, Ahmed N, Shaikh SA, Khan S, Choudry UK, Aziz A, Jamali AR. Negative pressure wound therapy versus conventional dressing for open fractures in lower extremity trauma. 2020 Jul;102-B(7):912–917.
8. Webster J, Liu Z, Norman G, Dumville JC, Chiverton L, Scuffham P, Stankiewicz M, Chaboyer WP. Negative pressure wound therapy for surgical wounds healing by primary closure. Cochrane Database Syst. Rev. 2019 Mar 26;3(3): CD009261. Update in: Cochrane Database Syst Rev. 2020 May 1;5: CD009261.
9. H. Vermeulen, J.V. van Hattem, M.N. Storm-Versloot D., Topical silver for treating infected wounds. Ubbink Published 24 January 2007 Medicine The Cochrane database of systematic reviews Corpus ID: 31749276

© Лазутин Андрей Сергеевич (lazutin.as@yandex.ru), Дмитриев Николай Викторович (nv_dmitriev@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Санкт-Петербург

КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И АКУШЕРСКИЕ ИСХОДЫ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН С COVID-19

CLINICAL FEATURES AND OBSTETRIC OUTCOMES OF PREGNANT WOMEN WITH COVID-19

E. Lyashenko
E. Sereda
A. Lyashenko
L. Uzbekova

Summary. The emergence of a new coronavirus infection that arose in China in December 2019 led to an epidemic that spread rapidly and became one of the most serious threats to public health in recent times. Since identification in Wuhan, Hubei Province, China, COVID-19 has already been registered on all continents, affecting 274839730 people in 222 countries, and resulting in 5369453 deaths as of December 19, 2021 [1]. COVID-19 was declared a pandemic by the World Health Organization on March 11, 2020. Pregnant women are a unique vulnerable group in any outbreak of infectious diseases, which is associated with an increase in infectious morbidity and high maternal mortality rates.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2, new coronavirus infection, pregnancy, childbirth, placenta.

Важнейшим компонентом в борьбе с любой угрозой инфекционных заболеваний является забота об уязвимых группах населения. Известно, что беременные женщины в непропорционально большой степени страдают респираторными заболеваниями, которые связаны с повышением инфекционной заболеваемости и высокими показателями материнской смертности. Хотя большинство коронавирусных инфекций у людей протекают в легкой форме, эпидемии коронавируса тяжелого острого респираторного синдрома (ТОРС-КоВ) и коронавируса ближневосточного респираторного синдрома (БВРС-КоВ) за последние два десятилетия были

Ляшенко Елена Николаевна
К.м.н., доцент, Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского» Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского (г. Симферополь)
helen.lyashen@mail.ru

Середа Елизавета Владимировна
Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского» Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского (г. Симферополь)
liza.sereda.98@mail.ru

Ляшенко Анастасия Сергеевна
Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова (г. Санкт-Петербург)
grobouaya98@mail.ru

Узбекова Лейла Джавадовна
Ростовский государственный медицинский университет
leila1998.999@mail.ru

Аннотация. Появление новой коронавирусной инфекции, возникшей в Китае в декабре 2019 года, привело к эпидемии, которая быстро распространилась и стала одной из самых серьезных угроз общественному здоровью за последнее время. С момента идентификации в Ухане, провинция Хубэй, Китай, COVID-19 уже зарегистрирована на всех континентах, затронув 274839730 человек в 222 странах, и приведшая в результате к 5369453 смертям по состоянию на 19 декабря 2021 года [1]. COVID-19 была объявлена пандемией Всемирной Организацией Здравоохранения 11 марта 2020 года. Беременные женщины представляют собой уникальную уязвимую группу при любой вспышке инфекционных заболеваний, что связано с повышением инфекционной заболеваемости и высокими показателями материнской смертности.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, новая коронавирусная инфекция, беременность, роды, плацента.

особенно серьезными, и примерно треть инфицированных беременных женщин умерли от этой болезни [2].

Как было сказано выше, беременные женщины считаются группой высокого риска из-за опасений по поводу воздействия COVID-19 на них в период и после беременности, а также на новорожденных. Количественная оценка показателей COVID-19, его факторов риска, клинических проявлений и исходов является ключом к планированию клинических алгоритмов по ведению беременных женщин в условиях развивающейся пандемии.

Важный вопрос, возникший в связи с новой коронавирусной инфекцией, стал перед медицинским обществом, и заключается в том, может ли SARS-CoV-2 передаваться от беременной женщины ее плоду, то есть возникнет ли процесс, называемый вертикальной передачей [3]. Это не только важная проблема общественного здравоохранения, но и проблема для акушерства и гинекологии при определении того, какую помощь необходимо оказывать беременным женщинам. Этот вопрос особенно актуален, учитывая недавнюю историю передачи от матери к плоду таких новых вирусных инфекций, как вирус Зика, вирус Эбола, вирус Марбурга и другие агенты, угрожающие здоровью и выживанию инфицированной матери и плода [4.].

Известно, беременность увеличивает риск неблагоприятных акушерских и неонатальных исходов от многих респираторных вирусных инфекций. Физиологические и иммунологические изменения, которые происходят как нормальный компонент беременности, могут иметь системные последствия, повышающие риск осложнений респираторных инфекций [5]. Изменения в сердечно-сосудистой и дыхательной системах матери, включающие увеличение частоты сердечных сокращений, ударного объема, потребления кислорода и снижение емкости легких, а также развитие иммунологических адаптаций, которые позволяют матери выносить антигенно отличный плод, повышают риск развития у беременных женщин тяжелых респираторных заболеваний [6]. Данные многочисленных исследований гриппа продемонстрировали повышенный риск материнской заболеваемости и смертности по сравнению с небеременными женщинами.

Эпидемия ТОРС произошла в период с ноября 2002 года по июль 2003 года, затронув более 8000 человек в 26 странах и приведя к 774 смертельным случаям [7]. Возбудитель, коронавирус, называемый SARS-CoV, передавался при непосредственном контакте от человека к человеку, воздушно-капельным путем, и, возможно, через сточные воды. Всего имеется 12 сообщений о беременных женщинах, у которых во время эпидемии развился ТОРС, из которых 3 умерли во время беременности (летальность составила 25%) [3]. Выкидыши в течение первого триместра произошли у 4 из 7 женщин. У двух из 5 женщин во втором и третьем триместре родился ребенок с ограничением внутриутробного роста. Кроме того, 4 из 5 беременностей привели к преждевременным родам: 1 спонтанные и 3 индуцированных родов. Вертикальная передача вируса ТОРС-КоВ не была выявлена ни у одного из младенцев; однако клинические исходы беременных женщин с ТОРС были хуже, чем у инфицированных женщин, которые не были беременны [3].

БВРС — еще одна коронавирусная инфекция, вызывающая потенциально тяжелые респираторные заболевания. Впервые о нем сообщили из Саудовской Аравии в 2012 году, после чего он распространился более чем в 27 странах, как внутри Аравийского полуострова, так и за его пределами [3]. БВРС-КоВ был выявлен у верблюдов, которые были предложены в качестве основного источника инфекций человека, а также у летучих мышей, но необходимы дополнительные исследования, чтобы понять роль, которую эти и другие животные могут играть в передаче инфекции. БВРС-КоВ характеризуется спорадическими случаями зоонозной передачи, а также распространением между инфицированными пациентами и близкими контактами (т.е. внутрисемейной передачей). Вспышки БВРС в медицинских учреждениях являются характерными и являются результатом плохого инфекционного контроля и профилактических мер [8].

Инфекция БВРС-КоВ была зарегистрирована у 11 беременных женщин, где у 10 (91%) была связана с различными неблагоприятными клиническими исходами: материнская смертность, преждевременные роды, проведение интенсивной терапии новорожденных и перинатальная смертность. Подтвержденных случаев вертикальной передачи БВРС-КоВ не было [3].

Функциональным рецептором для SARS-CoV является ангиотензинпревращающий фермент 2 (ACE2), который в изобилии присутствует в клетках альвеолярного эпителия легких и энтероцитах тонкой кишки, а также в артериальных и венозных эндотелиальных клетках и гладкомышечных клетках артерий практически во всех органах. В отличие от этого, БВРС-КоВ использует дипептидилпептидазу 4 (DPP4) в качестве своего рецептора. DPP4 широко экспрессируется на эпителиальных клетках почек, альвеол, тонкой кишки, печени, предстательной железы и активированных лейкоцитах. SARS-CoV-2 является новым β-коронавирусом из подрода Sarbecovirus, генетически похожим на SARS-CoV (около 79%) и БВРС-КоВ (около 50%). Как и при инфекциях SARS-CoV, ACE2 является клеточным рецептором для SARS-CoV-2. Спайковые белки этих вирусов связываются с клеточными рецепторами чувствительных клеток, чтобы опосредовать инфицирование их клеток-мишеней, после чего начинается репликация вируса в цитоплазме клетки.

Существует теоретический риск вертикальной передачи, аналогичный тому, который наблюдается при атипичной пневмонии, поскольку рецептор ACE2 широко экспрессируется в плаценте с аналогичной структурой домена, связывающего рецепторы, между SARS-CoV и SARS-CoV-2. В начале эпидемии было зарегистрировано 2 случая неонатальной инфекции SARS-CoV-19. В одном случае речь шла о младенце, которому

был поставлен диагноз на 17-й день жизни и у которого в анамнезе был тесный контакт с 2 подтвержденными случаями инфекции SARS-CoV-2 (мать и няня), а в другом — новорожденный, у которого была обнаружена инфекция через 36 часов после родов. У обоих младенцев не было прямых доказательств вертикальной передачи, и, поскольку вирус-идентификация была отложена, послеродовая неонатальная инфекция, приобретенная в результате непосредственного контакта, не могла быть отвергнута [9].

С началом пандемии необходимо провести исследования, касающиеся последствий вiremии в течение первого и второго триместров и прогнозирования возможных неблагоприятных исходов. Более высокие показатели бессимптомных инфекций COVID-19, связанных с отсутствием рекомендаций по регулярному выявлению или скринингу COVID-19 в течение первого и второго триместров беременности, могут представлять проблему [10]. Кроме того, последствия стресса и паники, вызванных началом глобальной пандемии, в дополнение к предстоящим родам, должны учитываться при оказании помощи как неинфицированным, так и инфицированным беременным женщинам. Поэтому все граждане, врачи и особенно будущие матери призваны строго следовать установленным рекомендациям. До сих пор клинически и социально полезно классифицировать тех, кто нуждается в диагностическом тесте, на вероятные, предполагаемые или подтвержденные случаи SARS-CoV-2 [11].

В одном исследовании из 13 инфицированных сообщалось, что 100% случаев были родоразрешены с помощью кесарева сечения. В этой работе говорится, что 50% случаев были экстренными кесаревыми сечениями, в основном из-за дистресса плода. В общей сложности 46% из 13 беременностей имели преждевременные роды. У одной женщины развилась тяжелая пневмония с полиорганной недостаточностью [12].

Примерно 80% случаев COVID-19 протекают в легкой или бессимптомной форме; 15% — тяжелые, требующие дополнительной кислородотерапии; и 5% — критические, требующие искусственной вентиляции легких [13]. Изменения кардиореспираторной и иммунной систем во время беременности повышают восприимчивость женщины к тяжелым инфекциям и гипоксии, но также могут задерживать диагностику у тех, у кого есть только легкие симптомы со стороны верхних дыхательных путей, такие как боль в горле и заложенность носа; последние наблюдаются у 5% пациентов с COVID-19.

Во время беременности ослабление клеточно-опосредованного иммунитета со стороны Th1-клеток

происходит из-за физиологического перехода в среду, доминирующую над Th2, что способствует общей инфекционной заболеваемости за счет повышения восприимчивости матери к внутриклеточным патогенам, таким как вирусы [14]. У пациенток с ОРВИ наблюдалась преимущественная активация Th1-иммунитета, в результате чего отмечалось повышение провоспалительных цитокинов (IFN γ , ИЛ-1 β , ИЛ-6 и ИЛ-12) по крайней мере в течение 2 недель после начала заболевания, что привело к обширному поражению легких [15]. Напротив, у пациенток с COVID-19 наблюдалась активация иммунитета как Th1, так и Th2 в течение аналогичных периодов течения заболевания, кульминацией которого было присутствие IFN γ и IL-1 β в дополнение к IL-4 и IL-10 [16]. Кроме того, повышенные уровни IL-6 (преимущественно Th1-ответ) связаны со значительно повышенным риском смертности у пациенток с COVID-19 [17]. Как и у небеременных пациенток, преобладающими признаками COVID-19 у беременных являются лихорадка, кашель, одышка и лимфопения / лимфоцитоз.

Любое изменение в организме беременной женщины влияет на рост и развитие плода. Исследования показали, что в физиологических условиях сердечно-легочная нагрузка беременных женщин уже значительно увеличивается во втором и третьем триместрах. Если вирусная инфекция вызывает повреждение легких у беременных женщин, это ускорит возникновение респираторных расстройств. Как только у матери возникает дыхательная недостаточность, гипоксемия может привести к недостаточному снабжению плаценты кровью и кислородом, что приведет к самопроизвольному выкидышу, преждевременным родам, дистрессу плода и/или другим неблагоприятным явлениям беременности.

ACE2, как ключевой фермент системы RAS, является функциональным рецептором в клетках, инфицированных SARS-CoV-2. Как карбоксипептидаза, ACE2 может эффективно расщеплять ангиотензин II до ангиотензина 1–7, обеспечивая тем самым перфузию крови важных органов. Снижение уровня ACE2 у беременных женщин не только приводит к ухудшению перфузии их органов, но и снижает перфузию плацентарной крови, что влияет на развитие плода.

Таким образом, беременные женщины представляют собой уникальную уязвимую группу при любой вспышке инфекционных заболеваний из-за их измененной физиологии, восприимчивости к инфекциям и нарушенных механических и иммунологических функций. Необходимость защиты плода усугубляет проблему управления его здоровьем. Особые меры предосторожности необходимы для минимизации перекрестно-

го инфицирования медицинских работников при выполнении процедур, требующих тесного физического контакта. Большая часть акушерской тактики в период пандемии основана на консенсусе и рекомендациях

по передовой практике, поскольку данные о клинической эффективности противовирусной терапии и применения кортикостероидов накапливаются и требуют дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.worldometers.info/coronavirus/> Дата обращения: 19.12.2021.
2. Silasi M., Cardenas I., Racicot K., Kwon J-Y., Aldo P., Mor G. Viral infections during pregnancy. *Am J Reprod Immunol.* 2015;73(3):199–213.
3. Schwartz D.A., Graham A.L. Potential maternal and infant outcomes from Coronavirus 2019-nCoV (SARS-CoV-2) infecting pregnant women: lessons from SARS, MERS, and other human coronavirus infections. *Viruses.* 2020;12:194.
4. Schwartz D.A. Maternal filovirus infection and death from Marburg and Ravn viruses: highly lethal to pregnant women and their fetuses similar to Ebola virus. In: Okware S.I., ed. *Re-Emerging Filovirus Diseases.* London: IntechOpen; 2019
5. Силаева Н.В. Новая коронавирусная инфекция и беременность / Н.В. Силаева, А.С. Ляшенко, Е.Н. Ляшенко // *Modern Science.* — 2021. — № 4–2. — С. 93–98.
6. Rasmussen S.A., Jamieson D.J., Uyeki T.M. Effects of influenza on pregnant women and infants. *Am J Obstet Gynecol.* 2012;207(3 suppl): S3–S8.
7. Centers for Disease Control and Prevention. CDC SARS response timeline. <https://www.cdc.gov/about/history/sars/timeline.htm>. Дата обращения: 19.12.2021.
8. Hui D.S. Epidemic and emerging coronaviruses (severe acute respiratory syndrome and Middle East respiratory syndrome). *Clin Chest Med.* 2017;38:71–86.
9. Qiao J. What are the risks of COVID-19 infection in pregnant women? *Lancet.* 2020;395(10226):760–762.
10. Будраа Абдельухаб, Бабина Ульяна Федоровна, Ляшенко Анастасия Сергеевна, Шельгин Михаил Сергеевич, Ляшенко Елена Николаевна Анализ наблюдений клинического течения беременности, родов и оценка перинатальных исходов у женщин с sars-cov-2 ассоциированной инфекцией // *Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования.* 2021. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-nablyudenyi-klinicheskogo-techeniya-beremennosti-rodov-i-otsenka-perinatalnyh-ishodov-u-zhenschin-s-sars-cov-2> (дата обращения: 21.01.2022).
11. Giwa AL, Desai A, Duca A. Novel 2019 coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): An updated overview for emergency clinicians. *Emerg Med Pract* 2020; 22 (05) 1–28
12. Chen H, Guo J, Wang C, Luo F, Yu X, Zhang W., et al. Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records. *Lancet* 2020; 395 (10226): 809–815.
13. World Health Organization (WHO) WHO coronavirus disease 2019 (COVID-19) situation report 46. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200306-sitrep-46-covid-19.pdf?sfvrsn=96b04adf_2
14. Nelson-Piercy C. *Handbook of obstetric medicine.* CRC Press; Boca Raton, FL: 2015. Respiratory disease; pp. 63–84.
15. Wong C.K., Lam C.W.K., Wu A.K.L. Plasma inflammatory cytokines and chemokines in severe acute respiratory syndrome. *Clin Exp Immunol.* 2004;136:95–103.
16. Huang C., Wang Y., Li X. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395:497–506.
17. Ruan Q., Yang K., Wang W., Jiang L., Song J. Clinical predictors of mortality due to COVID-19 based on an analysis of data of 150 patients from Wuhan, China. *Intens Care Med.* 2020;46:846–848.

© Ляшенко Елена Николаевна (helen.lyashen@mail.ru), Середва Елизавета Владимировна (liza.sereda.98@mail.ru),
Ляшенко Анастасия Сергеевна (grobouaya98@mail.ru), Узбекова Лейла Джавадовна (leila1998.999@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИНГИБИТОРНАЯ ФОРМА ГЕМОФИЛИИ В ПОСЛЕРОДОВОМ ПЕРИОДЕ: КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

INHIBITOR FORM OF HEMOPHILIA IN THE POSTPARTUM PERIOD: CLINICAL OBSERVATION

Z. Medzhidova
Z. Abusueva
N. Stefanyan
A. Saakova
R. Bagomedov
A. Medzhidova

Summary. Hemophilia is a genetic disorder of coagulation hemostasis, which is characterized by a deficiency or defect in the proteins of the blood coagulation system or an imbalance between the coagulation and anticoagulation systems of the blood. Acquired hemophilia is much less common than genetically determined. Hemophilia is common in all ethnic groups. Postpartum acquired hemophilia accounts for 7 to 21% of the total number of cases of acquired hemophilia. There is an assumption that during childbirth, the mother is sensitized by fetal factor VIII. Bleeding is extremely severe and often requires immediate therapy and blood transfusion due to the fulminant development of anemia.

Keywords: postpartum acquired hemophilia, inhibitory form of hemophilia, pregnancy, postpartum period.

Меджидова Зарема Абдуллаевна

Профессор, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ,
Махачкала
roddom2m@mail.ru

Абусуева Зухра Абусуевна

Главный акушер гинеколог, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ,
Махачкала
zuhraabusueva@mail.ru

Стефанян Нателла Амлетовна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ,
Махачкала

Саакова Анжелика Айрумовна

Д.м.н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ; Заведующая
отделением, Махачкалинский родильный дом № 2,
Махачкала

Багомедов Руслан Гусейнович

Д.м.н., Заведующий отделением, Заслуженный врач
РД, Врач высшей категории, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ,
Махачкала

Меджидова Айшат Меджидовна

К.м.н, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ, Махачкала

Аннотация. Гемофилия — генетическое нарушение коагуляционного гемостаза, которая характеризуется недостатком или дефектом протеинов свертывающей системы крови или нарушением баланса между свертывающей и противосвертывающей системами крови. Приобретенная гемофилия встречается значительно гораздо реже, чем генетически детерминированная. Гемофилия распространена во всех этнических группах. Послеродовая приобретенная гемофилия составляет от 7 до 21% от общего числа случаев приобретенной гемофилии. Есть предположение, что во время родов происходит сенсбилизация матери фетальным фактором VIII. Кровотечения бывают крайне тяжелыми и часто требуют немедленной терапии и гемотрансфузий в связи с молниеносным развитием анемии.

Ключевые слова: послеродовая приобретенная гемофилия, ингибиторная форма гемофилии, беременность, послеродовой период.

Введение

В кругах большинства членов медицинского сообщества принято считать, что данная патология является исключительно генетически детерминированной проблемой. В то же время доля приобретённых форм составляет 0,5–4 случаев на 1 млн. населения в популяции в год [1–3]. Именно в связи с такой редкой встречаемостью и установкой на генетический характер этой болезни оно диагностируется поздно. Развитие приобретённой формы гемофилии связано с выработкой организмом аутоантител к факторам свёртывания плазмы крови. Чаще выявляются антитела к фактору VIII в силу относительно большой молекулярной массы этого белка — развивается так называемая приобретённая гемофилия типа А (ПГА) [4–6]. Однако глубокие механизмы и сама этиология развития ПГ неизвестна. Примерно в половине случаев у больных этим заболеванием сопутствующих болезней не выявляется, а у 20% пациентов наблюдается аутоиммунная патология (системная красная волчанка, ревматоидный артрит, герпетиформный дерматит и т.д.) [7–9]. Ещё у 20% — рак, а у 10%-15% ПГА связана с беременностью, родами и послеродовым периодом (беременность является тромбофилическим состоянием, при котором активация внутрисосудистого тромбоза происходит вследствие перестройки свертывающей, противосвертывающей и фибринолитической систем организма, направленной к уменьшению кровопотери в родах) [10–14]. Летальность при геморрагических осложнениях в группе в целом составляет 7–21% (своевременная верификация наличия ингибиторов у пациентов с гемофилией, как правило, не представляет особых затруднений, однако важно подобрать терапию) [15].

При первичной диагностике ПГА на первый план выступают изменения в коагулограмме: удлинение активированного парциального тромбопластинового времени (АПТВ) и времени свёртывания при сохранении в пределах нормальных значений показателей протромбинового и итромбинового времени, концентрации фибриногена, времени кровотечения и количества тромбоцитов. Обнаружение снижения уровня фактора VIII и выявление его ингибитора подтверждают диагноз. Количество ингибитора определяется методом Бетезда и выражается в Бетезда-единицах (БЕ) [16–17]. При приобретённой гемофилии также вырабатываются антитела к фактору свертывания VIII: сочетание поликлональных иммуноглобулинов классов G1 и G4, блокирующих участки A2, A3 и C2 доменов фактора VIII. Нарушаются связь фактора VIII с фактором Виллебранда, взаимодействие с фосфолипидами, факторами IX и X. В противоположность ингибиторам, которые синтезируются у больных с тяжелой формой гемофилии А преимущественно в детском возрасте, ау-

тоантитела чаще отмечаются у людей зрелого возраста. Для диагностики этой формы заболевания определяют наличие ингибитора [18–19].

В соответствии с общепринятой классификацией выделяют 2 группы больных с ПГ: с низким (10 БЕ) и высоким (более 10 БЕ) титром ингибитора [20]. Течение заболевания включает быстрообратимую фазу, фазу возвратных клинических проявлений и фазу осложнений. При приобретённой ингибиторной форме гемофилии (часто во время беременности и послеродовом периоде) наблюдаются персистирующие некупирующиеся кровотечения после оперативных вмешательств. Для терапии кровотечений используются активаторы протромбинового комплекса. Выбор препарата и дозировка определяются локализацией и тяжестью кровопотери [21,22].

В рамках вопроса в акушерстве и гинекологии генетически-детерминированные тромбофилии усугубляют физиологическую гиперкоагуляцию у беременных женщин. Опасность связана с повышенным риском различных осложнений беременности, создавая реальную угрозу жизни, здоровью матери и плода, предопределяя рост материнской и перинатальной смертности [23]. По последним данным, в структуре причин акушерских осложнений тромбофилии составляют от 45 до 75%. Проблема является достаточно актуальной в связи с очень высокой частотой генетических и приобретённых тромбофилий в общей популяции, которая, по современным данным, достигает около 20% [23].

Материалы и методы

В качестве клинико-лабораторной картины ингибиторной формы гемофилии в послеродовом периоде представлено описание клинического случая женщины А., поступившей в отделение оперативной гинекологии ГБУРД (МРД № 2 им. Каримова) от 21 июня 2021 года.

Больная А., (28 лет, 1997 года) доставлена в отделение оперативной гинекологии ГБУРД («Махачкалинский родильный дом № 2 им. Р.А. Каримова»).

Из жалоб при поступлении отмечались общая слабость, а также обильные кровянистые выделения из половых путей.

Из истории болезни следует, что наследственный и аллергологический анамнезы не отягощены, гемотрансфузии отсутствуют. Из перенесенных заболеваний и операций: вирусный гепатит А в детстве, туберкулез; аппендэктомия в 2011 году, резекция верхней доли левого легкого (удаление туберкулемы в 2008 году). Менструальная функция наблюдается с 14 лет (мен-

ситуации — регулярные, умеренные, безболезненные). Начало половой жизни в 18 лет. Перенесенные женские заболевания до начала половой жизни: отрицает. 7 июня 2021 года зарегистрированы роды через естественные родовые пути. Репродуктивная функция: А-О, Р-1. При поступлении пациентке диагностировали следующее: «*Маточное кровотечение (послеродовое). Остатки плацентарной ткани? Анемия средней тяжести*».

Учитывая маточное кровотечение и остатки плацентарной ткани, больной было произведено лечебно-диагностическое выскабливание слизистой полости матки от 24 июня 2021 года (в аспирате получены остатки плацентарной ткани). Ситуация ухудшилась через три дня. В экстренном порядке выполнено (в связи с сохраняющимся обильным кровотечением) 24 июня 2021 года выскабливание слизистой полости матки, лапаротомия по Пфанненштилю и ушивание перфорационного отверстия. После оперативного вмешательства присутствовал геморрагический синдром и анемия тяжелой степени, отягощенные фебрильной лихорадкой. Поэтому в связи с отсутствием эффекта от консервативной гемостатической терапии (гемотрансфузии эритроцитарной взвесью, СЗП, криопреципитата) выполнены релапаротомия через нижний срединный доступ. Со слов супруга больной во время одного из оперативных вмешательств выявлена перфорация мочевого пузыря. Урологом было выполнено ушивание стенки.

1 июля 2021 года принято решение провести больной надвлагалищную ампутацию матки с маточными трубами в связи с внутренним кровотечением и анемией тяжелой степени (из клинического анализа: показатель Hb в пределах от 49 до 75 г/л, эритроциты в пределах от $1,83$ до $2,64 \cdot 10^{12}/л$). При этом пациентке была произведена гемотрансфузия эритроцитарной массы. Выставлен диагноз: «*Внутреннее кровотечение. Анемия тяжелой степени и производится операция: Релапаротомия. Перевязка внутренних подвздошных артерий с двух сторон. Ревизия брюшной полости, культы шейки матки. Лаваж и дренирование брюшной полости*».

4 июля 2021 года пациентке была проведена операция релапаротомии и удаление культы шейки матки и яичников с двух сторон, а также ревизия и тампонирующее дренирование брюшной полости в силу продолжающегося кровотечения и анемии тяжелой степени с дополнительным эпизодом гемотрансфузии эритроцитарной массы.

Была заподозрена ингибиторная форма гемофилии, по данным коагулограммы от 7 июля 2021 года: фактор VIII — 0,9%. Биологический материал отправлен

на исследование в НМИЦ гематологии. По данным коагулограммы от 8 июля 2021 года фактор VIII составил 1,2%, ингибитор — 10 БЕ. Поставлен предварительный диагноз: *ингибиторная форма гемофилии, приобретенный дефицит фактора свертывания VIII*.

В последующем, 9 июля 2021 года больная была экстренно доставлена для дальнейшего лечения и ведения в ОРИТ ФГБУ НМИЦ Гематологии МЗ РФ, Москва.

При поступлении в НМИЦ Гематологии: «лихорадка до $39^{\circ}C$, брюшная полость тампонируется марлевыми салфетками, кожа над которыми ушита кроме углов раны (доступа по Пфанненштилю), из которой выведены края марли. Скудные кровянистые выделения из половых путей, гематурия. По данным КТ легких присутствует умеренный двусторонний гидроторакс. Гиповентиляция легких, малый гидроперикард. По данным КТ органов брюшной полости: массивный гемоперитонеум. Гемостатический материал в нижних отделах брюшной полости, геморрагическое пропитывание мышц брюшной стенки, диффузный отек жировой клетчатки, умеренный асцит, гипотония желчного пузыря, желудка, мелкие конкременты желчного пузыря, двухсторонняя каликопиелозэкстазия». В анализе крови: Hb — 74 г/л, тромбоциты — $229 \times 10^9/л$, лейкоциты — $13,1 \times 10^9/л$, прокальцитонин 0,48 нг/л, СРБ — 249 г/л. По данным коагулограммы: ТЭГ и ROTEM — гипокоагуляция, АЧТВ — 105 сек, дефицит фактора VIII — 1,2%, уровень ингибитора FVIII составил 51 BU.

Начата терапия препаратами Коагил, эскалирована антибактериальная терапия, сопроводительная интенсивная терапия. Гемостаз достигнут на терапии рекомбинантным активированным фактором VII в дозе 30 мкг/кг/ч, на этом фоне достигнут гемостаз.

10 июля 2021 года проведены удаление инфицированных тампонов и санация, дренирование малого таза. В послеоперационном периоде проводилась терапия рекомбинантным активированным фактором VII в дозировке 120 мкг/кг, затем возобновлена терапия 30 мкг/кг/ч. Учитывая наличие очагов инфекции (инфицированная лапаротомная рана, двусторонняя пневмония), а также микробиологического исследования (при посеве операционного материала выявлен рост *Kl. Pneumoniae*, *E. Coli*), проводилась антибиотическая терапия меропенемом, колистиметатон натрия, линезолидом. Начата терапия метилпреднизалоном — 60 мг (вес пациентки 45 кг), проведены 4 терапии Ритуксимабом, иммуносупрессивная терапия иммуноглобулином, на фоне чего отмечена более чем 2-х кратное снижение титра ингибиторов в коагулограмме, нормакоагуляция по данным ТЭГ на фоне гемостатической терапии. Стабилизировались цифры Hb.

12 июля 2021 года выполнена программная санация брюшной полости под ЭТН, частично эвакуирована гематома брюшной полости, в проекции дна мочевого пузыря визуализированы швы. Сформирована активная лапаростома (VAC). В этот день (до проведения иммуносупрессивной терапии) было проведено исследование для исключения системного заболевания соединительной ткани на волчаночный антикоагулянт. Результат оказался положительным. Обнаружен АНФ на клеточной линии HEp-2 (полуколичественное определение)- ядерный крапчатый тип свечения, титр 1:160; антитела к двуспиральной ДНК, IgG 5,1 МЕ/л. Диагноз: *антифосфолипидный синдром, гипотиреоз в исходе аутоиммунного тиреоидита* (антитела к тиреоглобулину и тиропероксидазе, снижение Т3 и Т4 с одновременным повышением ТТГ до 17 мкМЕ/мл), положительный антинуклеарный фактор). Учитывая выявление ингибитора, терапия Ритуксимабом продолжена, суммарно проведено 5 введений ритуксимаба 375 мг/м². продолжена терапия метилпреднизолоном. Проводилась терапия L- тироксином (в дальнейшем была лабораторно выявлена надпочечниковая недостаточность от 6 августа 2021 года в виде снижения кортизола в сыворотке крови до 35 нмоль/л, гипонатриемия).

14 и 16 июля 2021 года произведена программная санация брюшной полости под ЭТН. В связи с появлением признаков репарации лапаротомной раны, разрешение перитонита на фоне удаления большей части массивного организованного сгустка, ушита белая линия в области срединной лапаротомной раны.

17 июля 2021 года в связи с диагностированием перфорации мочевого пузыря в срочном порядке выполнена цистоскопия, санация брюшной полости под ЭТН. При цистоскопии и интраоперационной ревизии подтверждена несостоятельность швов дна мочевого пузыря. Выявлен очаговый некроз стенки мочевого пузыря. В биохимическом анализе крови от 18 июля 2021 года отмечена активность амилазы 1400 Е/л. Продолжено дренирование брюшной полости VAC-системой с минимальным разрежением, дренирование мочевого пузыря катетером 22Fr. Применена антисекреторная терапия.

20 июля 2021 года было произведено стентирование мочеточников катетерами Бендера, наружное дренирование через уретру (при следующих ревизиях брюшной полости стали четко определяться границы некроза дна мочевого пузыря между швами размером 2,5x1,5 см).

25 июля 2021 года состоялось иссечение некроза, пластика мочевого пузыря.

4 августа 2021 года — двусторонняя окклюзия мочеточников баллонными катетерами, чрезкожная нефростомия. В дальнейшем, при последующих программных санациях полости малого таза под наркозом, отмечены активное очищение брюшной полости от некротических секвестров тазовой клетчатки, массивного «старого» организованного сгустка из забрюшинного пространства правой подвздошной области, клетчатки правой стенки таза, пространства Ретциуса, что в последствии осложнилось массивными кровотечениями.

В связи с рецидивами кровотечения прекращена VAC-терапия. На фоне контрольных КТ во фрагментированной спайками брюшной полости определялись гематомы, заполняющие полость малого таза. Дренажи удалены в связи с неэффективностью дренирования и попыток проточного промывания полости малого таза заполненной организованным сгустком, развитием агранулоцитоза в период с 25 августа по 3 сентября 2021 года на фоне проведенной иммуносупрессивной терапии. В связи с отсутствием ремиссии было выполнено 5-е введение Ритуксимаба и проведен курс иммуносупрессивной терапии циклофосфамидом.

6 сентября 2021 года проведено контрольное исследование, в результате которого выяснилось, что АНФ-HEp — отрицательный, ВА не определяется. Антитела к двуспиральной и односпиральной ДНК, фосфолипидам, — не обнаружены. Антинуклеарные антитела (иммуноблот) и антитела к кардиолипину также не обнаружены. Для продолжения лечения абсцесса (нагноившегося организованного сгустка) малого таза, свища мочевого пузыря пациентка переведена из ОРИТ в отделение хирургии (8 августа 2021 года), где была продолжена VAC- терапия ран, проточное промывание абсцесса малого таза. На фоне проводимого лечения деэскалирована антибактериальная терапия (смена на ципрофлоксацин).

9 сентября 2021 года удален ЦВК с посевом (роста микроорганизмов нет). При контрольных КТ-фистулографиях отмечено нивелирование размеров нагноившихся гематом.

С 24 сентября 2021 года уменьшена доза метилпреднизолона до 15 мг/сут, лабораторных признаков надпочечниковой недостаточности нет.

2 октября 2021 года было произведено удаление окклюзионного катетера из левого мочеточника.

Впоследствии за время наблюдения с 2 по 6 октября 2021 года состояние пациентки было стабильным, показатели крови в пределах нормы.

10 октября 2021 года удалена кольпостома. Проведен курс местной терапии Полииженаксом. В связи с поступлением мочи в небольшом количестве через дренаж из свища абсцесса малого таза на передней брюшной стенке, удален катетер из мочевого пузыря, в свищ послеоперационного рубца установлен трёхходовой катетер Фолейя 20 Fr. В дальнейшем вплоть до выписки проводились ежедневные санации абсцесса малого таза через свищ на передней брюшной стенке, введение синегнойного бактериофага.

С 11 октября 2021 по 20 ноября 2021 года проведен курс терапии флуконазолом 400 мг/сут. Свищ влагища нивелировался, с минимальным количеством отделяемого. Моча отводится в основном через нефростому, восстановлено мочеиспускание через естественные пути малыми порциями. Продолжена постепенная отмена иммуносупрессивной терапии, при выписке дозировка метилпреднизолона составляла 8 мг.

Результаты и обсуждение

Лабораторные показатели изучались три раза в сутки. В среднем для купирования тяжелого кровотечения применяли до 10 доз гемостатических средств (в сочетании с рекомбинантным активированным фактором VII можно безопасно использовать транексамовую кислоту, которая усиливает гемостатический эффект). Одновременно с введением гемостатических препаратов для купирования кровотечений необходимо подавлять синтез ингибирующего антитела. Иммуносупрессивная терапия должна быть назначена сразу после установления диагноза приобретенной гемофилии. Обычно терапия включает введение преднизолона в дозе 1 мг/кг в сочетании с циклофосфамидом в дозе 50–100 мг/сут перорально. Альтернативным иммунодепрессивным средством является Имуран. Большинство пациентов реагируют на такую комбинированную терапию, однако рецидив — не редкость при отмене или уменьшении дозы препаратов, поэтому пациенты должны лечиться не менее года после курсовой терапии. В нашем случае, пациентка отреагировала положительно, наблюдалась позитивная динамика на протяжении всего лечения. Также больная А. получала комплексно препарат Ритуксимаб. Обычно схема терапии включает 4 отдельных внутривенных введения (в дозе 375 мг/м²) с интервалом в неделю. Такое лечение, как правило, хорошо переносится. Эффект наблюдается уже через неделю после первого введения. Существует распространённое мнение, что Ритуксимаб следует использовать в тех случаях, когда пациенты устойчивы к терапии первой линии, или у больных, которым противопоказаны стероиды и/или цитостатики.

В нашем случае в связи с отсутствием ремиссии было выполнено 5-е введение Ритуксимаба и проведен

курс иммуносупрессивной терапии циклофосфамидом (200мг/сут с 17.08.2021 года), осложнившийся миелотоксическим агранулоцитозом (отмена 22.08.2021 года). Достигнуто увеличение активности фактора VII (максимально до 194,7%) (06.09.2021 года) и полное подавление секреции ингибитора (0 БЕ с 23.08.2021 года), в связи с чем терапия эптакотом альфа была прекращена. Проводилось поэтапное снижение дозы метилпреднизолона до 20мг/сут, в течение месяца проводилась антикоагулянтная терапия НМГ в профилактической дозе. За время наблюдения проводилась массивная антимикробная и противогрибковая терапия (в связи с неоднократными высевами *Esherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonad putida*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis* из брюшной полости, *Staphylococcus epidermidis* из крови, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis* из мочи, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter baumannii*, *Esherichia coli*, *Klebsiella pneumonia* из нестерильных локусов). На фоне агранулоцитоза отмечено расхождение вторичных швов лапаротомией раны доступа по Пфанненштилю, прорезывания мягких тканей силиконовыми трубками от системы для сближения краев лапаротомной раны (удалены), инфицирование подкожной гематомы (организованного сгустка) вокруг левой нефростомы с формированием дерматонекроза. Возобновлена VAC- терапия ран передней брюшной стенки. После нормализации лейкоцитов крови отмечено гноетечение из раны поперечной лапаротомии, гноетечение из влагища (несостоятельность швов культи влагища) — сформировались свищи от нагноившейся гематомы малого таза, поэтому 08.09.2021 года выполнено дренирование малого таза — кольпостомия катетером Фолея 28 Fr через изъязвление в культе влагища, некрсеквестрэктомия.

При контрольном исследовании от 6.09.2021 года АНФ-НЕР- результат отрицательный, ВА не определяется, антитела к двуспиральной и односпиральной ДНК, фосфолипдам, антинуклеарные антитела (иммуноблот), антитела к кардиолипину — не обнаружены. С 24.09.2021 года уменьшена доза метилпреднизолона до 15 мг/сут, лабораторных признаков надпочечниковой недостаточности нет. Впоследствии за время наблюдения с 02.10.2021 года по 06.10.2021 не лихорадила, диурез в основном через нефростому. По уретральному катетеру суточной дебит мочи 50–200 мл с детритом. Отменен Сульперазон 06.10.2021 года. Кольпостома удалена 10.10.2021 года, проведен курс местной терапии Полииженаксом. С 11.10.2021 по 20.11.2021 проведен курс терапии флюконазолом 400 мг/сут. Продолжена постепенная отмена иммуносупрессивной терапии, при выписке дозировка метилпреднизолона составляет 8 мг. Пациентка отправлена домой с положительной динамикой.

Выводы

Терапия кровотечений, развивающихся у больных гемофилией, может стать значительной проблемой. У пациентов с низкорезагирующим ингибитором заместительная терапия фактором VIII или IX часто дает хороший результат, позволяя успешно справляться с незначительными и более серьезными кровотечениями, хотя для преодоления действия антител возможно приходится применять большее количество препарата или чаще проводить его введение. В редких случаях, когда при высоком титре антител состояние больного становится угрожающим, только специфическая терапия, например удаление антител методом плазмафереза, приводит к необходимым результатам. Для большинства эпизодов кровотечения больные гемофилией с высокорезагирующим ингибитором должны полагаться на альтернативное лечение, выбор которого зависит от природы кровотечения и типа гемофилии и должны подбираться врачом индивидуально. Следует помнить, что при подозрении на заболевание или при его выявлении больной должен быть направлен в гемофильный центр для проведения полноценного и длительного мониторинга (контроль показателей гемостаза АЧТВ и фактора VIII первые полгода ежемесячно, затем в течение года каждый квартал, на второй год и далее — каждые 6 месяцев). После исчезновения ингибитора у больных с ПГ рекомендуется проведение профилактики тромбозов, особенно при значительном повышении уровня фактора VIII. Заподозрить ПГ необходимо при сочетании массивных или повторяющихся кровотечений с избирательным увеличением АЧТВ. В нашем случае пациентке становилось хуже после каждого оперативного вмешательства с целью устранения данной проблемы с применением гемотрансфузий эритроцитарных масс — динамика в анализах крови оставалась практически стагнационной или ухудшалась.

Заключение

Развитие ингибиторной формы гемофилии чаще отмечается у больных с определенными наследственными признаками. Частота ее образования выше при более тяжелой степени заболевания (особенно, если пациентка коморбидна, как в описанном нами клиническом случае). Особое положение занимают женщины в послеродовом периоде и во время беременности. Выявление генетической тромбофилии у пациенток с тромботическими осложнениями в анамнезе имеет стратегическое значение для проведения успешной профилактики повторных тромбозов во время гестационного процесса и предотвращения повторных репродуктивных потерь у пациенток с невынашиванием беременности в анамнезе. Для этого необходимо проводить обследование на носительство полиморфизмов генов свертывающей системы и фолатного цикла. Выявление носительства мутантных аллелей у пациенток может диагностировать причину предыдущих неудач, адекватно подобрать терапию и реализовать репродуктивную функцию для женщины.

Открытие генетических форм тромбофилии, изучение их роли в патогенезе тромбозов, разработка эффективной терапии и профилактики венозных тромбозов позволяют говорить о том, что тромботические осложнения являются предотвратимыми причинами материнской смертности. Благодаря своевременной диагностике генетических мутаций и полиморфизмов наследственной тромбофилии (до беременности), правильной прегравидарной подготовке и соответствующей тактике ведения беременности с использованием антиагрегантной и (или) антикоагулянтной терапии, возможно получить хорошие результаты, снизив показатели репродуктивных потерь и осложнений беременности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Barlamov P.N., Shchekotov V.V., Shutylev A.A., Golubeva M.E., Meresiy S.V., Selezneva E.O. et al. Postpartum acquired hemophilia. *Klinicheskaya meditsina*. 2015; 93(10): 67–71.
2. Baudo F., Collins P., Huth-Kuhne A. Management of bleeding in acquired hemophilia A: results from the European Acquired Hemophilia (EACH2) Registry. *Blood*. 2012; 120(1): 39–46.
3. Bledzhyants G.A., Mishvelov A.E., Nuzhnaya K.V., Anfinogenova O.I., Isakova J.A., Melkonyan R.S. The Effectiveness of the Medical Decision-Making Support System "Electronic Clinical Pharmacologist" in the Management of Patients Therapeutic Profile, *Pharmacophore*, 2019;10(2), 76–81
4. Chernov VM International workshop «Inhibitory hemophilia: screening, diagnosis, treatment». Ukraine, Kiev, June 3, 2009. *Voprosy gematologii/onkologii i immynopatologii v pediatrii*. 2009; 8 (3): 33–9.
5. Dentale N., Fulgaro C., Guerra L. Acquisition of factor VIII inhibitor after acute hepatitis C virus infection. *Blood*. 1997; 90: 3233–4.
6. Ewenstein B.M., Putnam K.G., Bohn R.L. Nonhemophilic inhibitors of coagulation. In: Kitchens C.S., Alving B.M., Kessler C.M., ed. *Consultative hemostasis and thrombosis*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders; 2002: 75–90.
7. Franchini M. Rituximab in the treatment of adult acquired hemophilia A: systematic review. *Critical reviews in Oncology. Hematology*. 2007; 63(1): 47–55.
8. Franchini M., Tagliaferri A., Mannucci P. The management of hemophilia in elderly patients. *Clin. Int. Aging*. 2007; 2(3): 361–8.
9. Giangrande P. Acquired hemophilia. *Treatment of Hemophilia. WFH-Congress*. Montreal; 2005: 38.

10. Kubanov, S.I., Savina, S.V., Nuzhnaya, C.V., Mishvelov A.E., Tsoroeva M.B., Litvinov M.S. and et al. Development of 3d bioprinting technology using modified natural and synthetic hydrogels for engineering construction of organs, *Int. j. pharm. phytopharm. Res.*, 2019; 9(5), 37–42
11. M.M. Mukhtarova, Z.A. Abusueva Influence of genetic thrombophilias on the course and outcomes of pregnancy and methods of their correction. *Вестник ДГМА*, № 3 (40), 2021.
12. M.M. Mukhtarova, Z.A. Abusueva, T. Kh. Hashaeva Obesity and thrombophilia as double threat of gestational complications. Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia
13. Maslova A. Yu., Bazaeva Kh.L., Abdullaeva Z.A., Khazamova Sh.O., Zeusheva K.A., Grechkina T.A., Semkina E.N., Abramov M.A., Mishvelov A.E., Povetkin S.N. Astrocytes and their phenomenal possibilities in the treatment of various neurodegenerative disorders: an overview. *Journal of Pharmaceutical Research International*. 2021. T. 33. № 33A. C. 60–68.
14. Maslova A. Yu., Tskaeva A.A., Ashurova Z.A., Abazova A., Ismailov M.M., Ismailova M.M., Baklanov I.S., Mishvelov A.E., Povetkin S.N., Baklanova O.A. Study of the effect of baricitinib on the course of covid-19. *Journal of Pharmaceutical Research International*. 2021. T. 33. № 35A. C. 204–213.
15. Minaev S.V., Gerasimenko I.N., Shchetinin E.V., Schetinin V., Mishvelov A.E., Nuzhnaya R.V., Grigороva A.N., Rubanova M.F. 3D reconstruction in surgery of hydatid cyst of the liver. *Medical News of North Caucasus*. 2019;14(1.2):220–223. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2019.14019> (In Russ.)
16. Mukhtarova M.M., Abusueva Z.A., Hashaeva T.K. Obesity and thrombophilia as double threat of gestational complications. *Medical alphabet*. 2020;(26):57–61.
17. Müller TD, Nogueiras R, Andermann ML, Andrews ZB, Anker SD, Argente J, et al. Ghrelin. *Molecular metabolism*. 2015; 4 (6): 437–460. doi.org/10.1016/j.molmet.2015.03.005.
18. Prasolov NV, Bulanov A. Yu., Shulutko EM, Eagle E.B. Acquired hemophilia in elderly patients. *Klinicheskaya gerontologiya*. 2015; 21 (9–10): 16–24. (in Russian)
19. R.I. Gabidullina, E.I. Galimyanova, A.M. Sharapova, R.R. Bagirli Effect of combined oral contraceptive containing 17β-estradiol on vaginal environment in women Kazan State Medical University, Povolzhsky Centre of Oncodiagnosics; Kazan, Russia
20. Shchetinin E.V., Sirak S.V., Rubnikovich S.P., Kochkarova Z.M., Andreev A.A. [et al.]. Morphometric parameters of reparative regeneration of the bone tissue in terms of medicinal phonophoresis with hydrocortisone and hyaluronic acid. *Medical News of North Caucasus*. 2019;14(4):660–663.
21. Suleymanov T.A., Kosinkova A.M., Mishvelov A.E., Povetkin S.N., Simonov A.N., Ziruk I.V. Overview of the Holodoctor Software Package, *Pharmacophore*, 2020; 11(2), 65–72.
22. Ulman-Włodarz I, Irzyniec T, Galbierz Kwiatkowska E, Maciejewska-Paszek I. Determination of Ghrelin's Role in the Pathogenesis of Pregnancy Induced Hypertension. *J Hypertens*. 2015; 4: 201. DOI: 10.4172/2167–1095.1000201.
23. Valsamakis G, Papatheodorou DC, Naoum A, et al. Neonatal birth waist is positively predicted by second trimester maternal active ghrelin, a pro-appetite hormone, and negatively associated with third trimester maternal leptin, a pro-satiety hormone. *Early Hum Dev*. 2014; 90 (9): 487–2. DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2014.07.001.

© Меджидова Зарема Абдуллаевна (roddom2m@mail.ru), Абусуева Зухра Абусуевна (zuhraabusueva@mail.ru),

Стефанян Нателла Амлетовна, Саакова Анжелика Айрумовна,

Багомедов Руслан Гусейнович, Меджидова Айшат Меджидовна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СКОРОСТЬ РАНОЗАЖИВЛЕНИЯ В БОЛЬШОЙ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ПОЛОСТИ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ НА СРЕДНЕМ УХЕ ПО ОТКРЫТОМУ ТИПУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭПИДЕРМАЛЬНОГО ФАКТОРА РОСТА И БЕЗ НЕГО

THE RATE OF WOUND HEALING IN THE LARGE POSTOPERATIVE CAVITY AFTER OPEN-TYPE OPERATIONS ON THE MIDDLE EAR WITH AND WITHOUT EPIDERMAL GROWTH FACTOR

**S. Ognetrov
A. Kravchuk
M. Davtyan**

Summary. The paper describes the problem of chronic purulent otitis media in ear surgery and methods of its elimination. The pros and cons of the solution methods are given. Examples from clinical literature are used. The use of epidermal growth factor makes it possible to achieve full-fledged epidermization of a large postoperative cavity obtained during open-type operations on the middle ear.

The purpose of the study. To compare the rate of wound healing (epidermization) in a large postoperative temporal bone cavity (with a volume of more than 2 cubic cm) obtained after open-type operations on the middle ear using epidermal growth factor and without it.

Materials and methods. The study involved 105 patients. All participants in the statistical observation underwent a general cavity sanitizing operation on the middle ear. After that, the patients were divided into 3 groups of 35 people. In the first third of the study patients, the drug "Ebermin" containing epidermal growth factor was used in local treatment (group 1), in others, local treatment was not used (group 2). In the third group of patients, silver sulfadiazine was prescribed for local treatment. The postoperative cavity was treated with medications on the 8th day after surgery. Otomicroscopy was used to evaluate the result of a clinical study (complete or incomplete epidermization of the postoperative cavity).

The results of the study proved a significant positive effect of epidermal growth factor on the rate of wound healing (epidermization) in a large postoperative cavity obtained during open-type operations on the middle ear. The largest number of purulent-inflammatory complications in the postoperative period was observed in patients in the second group, which confirms the antimicrobial effect of silver sulfadiazine.

Keywords: epidermal growth factor, wound healing.

Огнетов Сергей Юрьевич

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России

ognetovlor@rambler.ru

Кравчук Александр Павлович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России

rinotrop@mail.ru

Давтян Марат Барсегович

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России
Akkeron2010@gmail.com

Аннотация. В работе описывается проблема хронического гнойного среднего отита в хирургии уха и методы ее устранения. Приведены плюсы и минусы способов решения. Используются примеры из клинической литературы. Использование эпидермального фактора роста позволяет добиться полноценной эпидермизации большой послеоперационной полости, полученной в ходе операций на среднем ухе по открытому типу.

Цель исследования. Сравнить скорость ранозаживления (эпидермизации) в большой послеоперационной полости височной кости (объемом более 2-х куб. см), полученной после операций на среднем ухе по открытому типу с использованием эпидермального фактора роста и без него.

Материалы и методы. В исследовании принимало участие 105 пациентов. Всем участникам статистического наблюдения была произведена общеполостная saniрующая операция на среднем ухе. После этого больные были поделены на 3 группы по 35 человек. У первой трети пациентов исследования был использован в местном лечении препарат «Эбермин», содержащий эпидермальный фактор роста (1-я группа), у других — местное лечение не использовалось (2-я группа). В третьей группе пациентов — для местного лечения был назначен сульфадiazин серебра. Послеоперационная полость обрабатывалась лекарственными средствами на 8-е сутки после хирургического вмешательства. Для оценки результата клинического исследования (полная или неполная эпидермизация послеоперационной полости) применялась отомиkроскопия.

Результаты исследования доказали значительное положительное влияние эпидермального фактора роста на скорость ранозаживления (эпидермизации) в большой послеоперационной полости, полученной в ходе операций на среднем ухе по открытому типу. Самое большое количество гнойно-воспалительных осложнений в послеоперационном периоде на-



Проблема ранозаживления в хирургии уха и сама хирургия уха, к сожалению, неразрывно связаны. Тем более эта проблема наиболее ярко и явно проявляется у больных, после операции на среднем ухе по открытому типу.

Типов хирургических вмешательств на среднем ухе при хроническом отите существует множество — по открытому (общеполостная санирующая операция, canal wall down), либо закрытому типу (консервативная или щадящая санирующая операция, canal wall up); одновременно с тимпанопластикой, либо тимпанопластика проводится вторым этапом и так далее. Каждый отохирург назовет массу доводов в пользу одной операции и минусов против других вариантов. Обычно доводы «За» называются в защиту той конкретной операции, которую практикует данный конкретный отохирург. Соответственно «Минусы» остаются на стороне других типов хирургического лечения.

В нашем исследовании мы использовали открытый тип санирующей операции на среднем ухе (общеполостная санирующая операция). Существенным преимуществом данного способа является тот факт, что риск рецидива холестеатомы значительно ниже. Дабы избежать критики в необъективности укажем и существенный недостаток. Послеоперационная полость не способна к самоочищению, соответственно там (в полости) накапливаются эпидермальные массы, ушная сера. Регулярно (один — два раза в год) человек должен посещать доктора для профилактического осмотра и туалета уха. Что, в свою очередь, снижает качество жизни человека. Чем же мы обосновывались, когда выбирали открытый тип санирующей операции на среднем ухе? Наше исследование проводилось ЛОР-отделении БУЗ УР «1 РКБ МЗ УР». Соответственно пациенты были из других городов и районов республики, что в свою очередь затрудняло повторные наблюдения в силу больших расстояний. Отсутствие ЛОР-врачей (кадровый дефицит) в некоторых районах Удмуртии и трудности с проведением МРТ-диагностики (для исключения резидуальной и рецидивирующей холестеатомы) также склоняли нас в сторону использования общеполостной санирующей операции. К слову, надо сказать, что у пациентов города Ижевска и близлежащих районов мы используем санирующие операции на среднем ухе по закрытому типу (canal wall up). У которого есть свои серьезные преимущества.

блюдалось у пациентов во второй группе, что подтверждает противомикробное действие сульфадиазина серебра.

Ключевые слова: эпидермальный фактор роста, ранозаживление.

В результате санирующей операции на среднем ухе по открытому типу формируется послеоперационная полость. Затем в полости образуется грануляционной тканью, которая, впоследствии покрывается эпидермисом. На данном этапе послеоперационного течения раневого процесса наиболее вероятно возникновение проблем. Заживление послеоперационной полости может протекать длительно, с образованием избыточных грануляций, рубцов и экссудацией, иногда требующих повторного вмешательства. Полноценная эпидермизация раневой поверхности в трепанационной полости височной кости наступает лишь в 65–87% случаев [1]. Другие клинические исследования показывают еще более удручающие цифры. По данным Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи полная эпидермизация послеоперационной полости после санирующей операции на ухе наступает только в 46,5% случаев, то есть меньше чем в половине случаев! [2]

Эпидермальный фактор роста, по результатам наших исследований, помогает ликвидировать эту проблему. [3, 4]. Эпидермальный фактор роста (ЭФР) был первым ростовым фактором, обнаруженным еще в 1962 г. и до сих пор рассматривается как классический представитель этих биологически активных веществ. Он состоит из 53 аминокислот, соединенных тремя дисульфидными связями, имеет молекулярный вес 6 кДа. [5] Эпидермальный фактор роста стимулирует миграцию и пролиферацию фибробластов, кератиноцитов, эндотелиальных и других клеток, активно участвующих в ранозаживлении, способствуя эпидермизации. Рекомбинантный эпидермальный фактор роста входит в состав мази «Эбермин» (Эбер Биотек С.А., Куба; номер регистрации П N012569/01, от 01.10.2007).

Ранее нами было обнаружено, что в группе пациентов у которых в послеоперационном периоде использовался эпидермальный фактор роста («Эбермин») у всех (пациентов) была достигнута полная эпидермизация послеоперационной полости. В контрольной же группе (без использования эпидермального фактора роста) у 18 пациентов (20,45±4,2%) к сроку 1 год после операции так и не была достигнута полная эпидермизация полученной костной полости. [4]

Дальше у нас возникло логичное желание сравнить скорости эпидермизации послеоперационной полости с использованием эпидермального фактора роста и без него. Процесс эпидермизации или ранозажив-

Таблица 1. Демографические и клинические параметры в группах с использованием эпидермального фактора роста, без использования использованием сульфиазина серебра.

| | Группа в которой использовался эпидермальный фактор роста, n=35 | Группа без использования эпидермального фактора роста, n=35 | Группа в которой использовался сульфиазин серебра, n=35 |
|--------------------------------|---|---|---|
| Пол (М: Ж) | 18:17 | 17:18 | 18:17 |
| Возраст, лет, среднее значение | 40,3±1,4 | 42,1±2,4 | 41,4±1,7 |
| Сторона (правая: левая) | 17:18 | 16:19 | 17:18 |

ления послеоперационной полости зависит от многих факторов. Сюда можно отнести возраст пациента — чем моложе пациент, тем лучше и быстрее идёт процесс ранозаживления; наличие тяжелых сопутствующих хронических заболеваний; индивидуальные физиологические особенности и так далее. Объем трепанационной полости височной кости, полученной в ходе операции, существенно влияет на послеоперационный период. Чем больше объем полости, тем дольше и хуже идёт процесс эпидермизации послеоперационной полости. [6, 7] Чтобы нивелировать этот фактор мы разделили полученные в ходе операции послеоперационные полости на большие и малые. К малой трепанационной полости относятся полости объемом менее 2 мл. К большой трепанационной полости относятся полости объемом более 2 мл. [8]

Цель исследования

Сравнить скорость ранозаживления (эпидермизации) в большой послеоперационной полости височной кости (объемом более 2-х куб. см), полученной в ходе санлирующей операции на среднем ухе по открытому типу с использованием эпидермального фактора роста и без него.

Пациенты и методы исследования

В исследовании участвовало 105 пациентов, из них 55 мужчин и 50 женщин, в возрасте от 18 до 55 лет. Исследование проводилось в отделении оториноларингологии БУЗ УР «Первая республиканская клиническая больница МЗ УР». В группу исследования отбирались пациенты с диагнозом: хронический гнойный средний отит с холестеатомой, кариесом кости. Из исследования исключались пациенты с тяжелой сопутствующей патологией, которая могла повлиять на процессы ранозаживления. Например — сахарный диабет, хроническая сердечная недостаточность, хроническая легочная недостаточность, хронические почечная и печеночная недостаточности.

Всем участникам статистического наблюдения была произведена общеполостная санлирующая операция

на среднем ухе (санлирующая операция по открытому типу, canal wall-down). Все операции выполнял один хирург, применяя стандартные методы. В ходе операции бором удалялась задняя костная стенка наружного слухового прохода и латеральная стенка аттика, а также производилась ревизия барабанной полости (тимпанотомия). Холестеатома, грануляции и другие патологические ткани удалялись. Тимпанопластика проводилась либо одномоментно, либо вторым этапом через 6 или 12 месяцев. Из костных структур (эпитимпанум, антрум и ячейки сосцевидного отростка) формировалась единая послеоперационная полость. В ходе операции производилось измерение объема полученной костной полости. Если объем полости получался более 2-х куб. см. (большая полость), соответственно пациент «отбирался» в данное исследование. Затем кожа задней стенки наружного слухового прохода рассекалась и укладывалась нижним лоскутом в послеоперационную полость. После этого полость выкладывалась силиконовой пленкой и тампонировалась комочками гемостатической губки. На 7 день после операции тампон удалялся из уха.

Затем пациенты были разделены на 3 группы по 35 человек. У одних участников исследования был использован в местном лечении препарат «Эбермин» (1-я группа), у других — местное лечение не использовалось (2-я группа). Однако, «Эбермин» это препарат, состоящий из двух компонентов: эпидермального фактора роста и сульфиазина серебра. Чтобы определить степень влияния (и влияет ли вообще) сульфиазина серебра на процессы и скорость регенерации тканей в послеоперационной полости была введена третья группа пациентов, в местном лечении которых использовался «Дермазин» (сульфиазин серебра). Препараты наносились в послеоперационную полость на восьмые сутки после операции на ватнике слоем 1 мм.

Морфологическое состояние послеоперационной полости (полная или неполная эпидермизация) оценивалось при помощи отомикроскопии (микроскоп ОРМІ Sensera) каждый день после удаления тампона в стационаре и один раз в неделю после выписки пациента на амбулаторный этап. На амбулаторном этапе, если при осмотре полости обнаруживалось, что эпидерми-

Таблица 2. Сроки ранозаживления (эпидермизации) послеоперационной полости в трёх группах в днях.

| Время (среднее значение в днях) от операции до полной эпидермизации полости. | Медианный тест, общ. медиана = 50,0000; Время (среднее значение в днях) от операции до полной эпидермизации полости. Группы Хи-квадрат = 50,09804 сс = 2 p = 0,0000 | | |
|--|---|---|--|
| | Группа в которой использовался эпидермальный фактор роста (I). | Группа без использования эпидермального фактора роста (II). | Группа в которой использовался сульфадиазин серебра (III). |
| Среднее значение в днях | 33,03 | 57,29 | 53,28 |
| ≤ Медианы: наблюдений | 35,00 | 8,00 | 11,00 |
| Ожидаемые | 18,00 | 18,00 | 18,00 |
| Набл.-ожд. | 17,00 | -10,00 | -7,00 |
| > Медианы: наблюдений | 0,00 | 27,00 | 24,00 |
| Ожидаемые | 17,00 | 17,00 | 17,00 |
| Набл.-ожд. | -17,00 | 10,00 | 7,00 |
| Сумма: наблюдений | 35,00 | 35,00 | 35,00 |

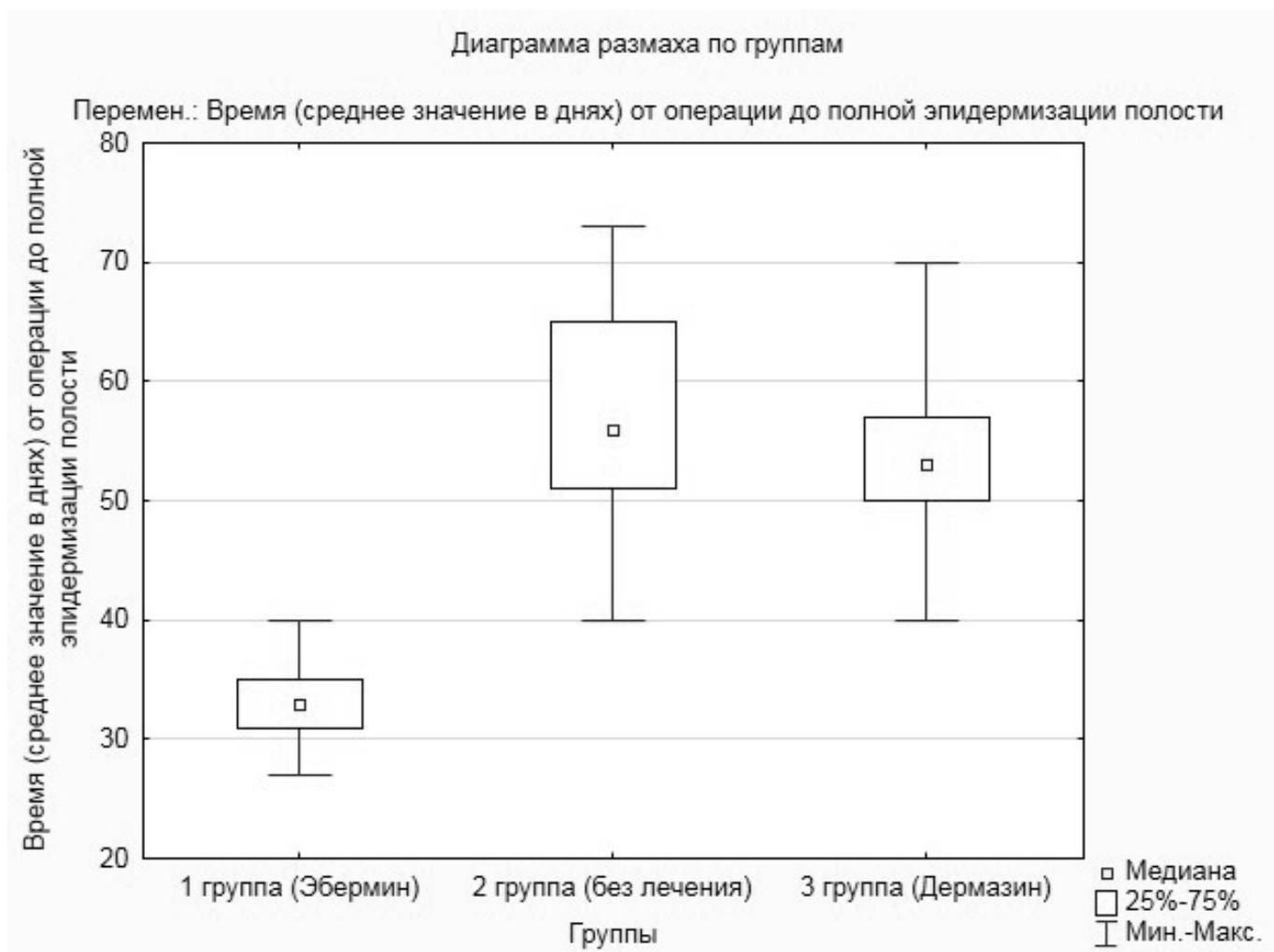


Рис. 1. Диаграмма размаха эпидермизации послеоперационной полости в днях.

Таблица 3. Количество пациентов, у которых возникло гнойно-воспалительное осложнение в ухе в послеоперационном периоде.

| | Группа в которой использовался эпидермальный фактор роста. | Группа без использования эпидермального фактора роста. | Группа в которой использовался сульфадиазин серебра. |
|-----------------------|--|--|--|
| Количество пациентов. | 1 (2,86%) | 11 (31,41%) | 2 (5,71%) |

зация близка к завершению — на следующие осмотры пациент приглашался с частотой один раз в три дня. Следует добавить, что при возникновении гнойно-воспалительных осложнений в ухе в послеоперационном периоде, помимо системной антибиотикотерапии, использовалось и местное лечение, исключая препараты, содержащие эпидермальный фактор роста и сульфадиазин серебра. После исчезновения симптомов воспаления местное лечение прекращалось и пациенты наблюдались до полной эпителизации полости

Результаты и их обсуждение

Значимых различий по полу, среднему возрасту, стороне проведения операции (правое ухо: левое ухо) между тремя группами не было (таблица № 1).

В результате проведенного дисперсионного анализа методом Краскела-Уоллиса и медианного теста, мы можем утверждать, что с учетом числа наблюдений в каждой экспериментальной группе, которые лежат ниже (или равны) общей медианы и числа наблюдений, лежащих выше общей медианы, наиболее высокая скорость ранозаживления (эпидермизации) послеоперационной полости более 2 куб. см. отмечалась в I группе исследования, где применялся эпидермальный фактор роста.

Как отражает коробочная диаграмма размаха, с учетом минимальной асимметрии выброса, оптимальное

время эпидермизации полости более 2 куб. см. происходило в I группе исследования, где использовался эпидермальный фактор роста.

Практически каждый третий пациент (31,41%) в группе без использования эпидермального фактора роста имел воспалительное осложнение в ухе в послеоперационном периоде.

Выводы

1. Сравнительный анализ результатов в I, II и III-ой группах, показывает выгодное отличие первой группы. Отсюда можно сделать вывод о значительном положительном влиянии эпидермального фактора роста на скорость эпидермизации в послеоперационной полости объемом более 2 куб. см.
2. Скорость ранозаживления полости у пациентов с использованием сульфадиазина серебра (третья группа) и без использования (вторая группа) различается. Связано это с большим количеством гнойно-воспалительных осложнений в послеоперационном периоде у больных во второй группе.
3. Сравнение результатов третьей (сульфадиазин серебра) и второй (без местного лечения) групп подтверждает противомикробное действие сульфадиазина серебра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов Ф.В., Ридненко В.А., Немцева С.В. Анализ некоторых причин рецидива хронического гнойного среднего отита в послеоперационном периоде. // Вестник оториноларингологии. 2005. № 3. С. 48–49
2. Янов Ю.К., Ситников В.П., Аникин И.А. [и др.] Болезнь оперированного уха: клиническая характеристика и патоморфологическое обоснование // Российская оториноларингология. 2005. № 4. С. 149–154
3. Огнетов С.Ю., Кравчук А.П. Способ эпидермизации послеоперационной полости у пациентов, перенесших общеполостную saniрующую операцию на среднем ухе // «Здоровье и образование в XXI веке». 2017. Т. 19, № 2. С. 36–40
4. Огнетов С.Ю. Проблема ранозаживления в хирургии уха и способы ее решения // Вестник современной клинической медицины. 2017. Т. 10, № 2. С. 43–47
5. Никитина З.К. Научно-методические основы комплексной технологии получения биологически активных веществ из рекомбинантных штаммов — продуцентов эпидермального фактора роста.: дис. ... д-р биол.наук Москва, 2000. 299 с.

6. Николаев М.П., Пуряев А.С. Биокмпозиционные материалы для мастоидопластики послеоперационной полости при хроническом деструктивном среднем отите //Российская оториноларингология. 2006. № .2(21). С. 63–65
7. Ситников В.П., Хусам Э.Р., Ядченко Е.С. Эволюция взглядов на реконструктивную хирургию уха при хроническом гнойном среднем отите // Проблемы здоровья и экологии. 2011. С. 33–40
8. Влияние объема трепанационной полости височной кости на послеоперационный период у пациентов, перенесших общеполостную санирующую операцию на среднем ухе. Здоровье и образование в XXI веке, 2017, № 8, том 19, стр. 40–44

© Огнетов Сергей Юрьевич (ognetovlor@rambler.ru),

Кравчук Александр Павлович (rinotrop@mail.ru), Давтян Марат Барсегович (Akkeron2010@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Ижевск

УЗЛОВАТАЯ ЭРИТЕМА В ПРАКТИКЕ ВРАЧА-ИНТЕРНИСТА

ERYTHEMA NODOSUM
IN THE PRACTICE OF AN INTERNIST

M. Svetlova

Summary. Erythema nodosum (EN) is a frequent reason for patients to go to internists. Currently, there are no unified approaches to the management of patients with this pathology. EN refers to panniculitis and its development is caused by inflammation of subcutaneous fat. Primary and secondary forms of the disease are possible. The causes of secondary EN are very diverse (infections, including tuberculosis, sarcoidosis, systemic processes, tumors, medication, pregnancy, etc.). In about half of cases, EN is idiopathic. The internist doctor faces a difficult task not only to diagnose EN, but also to determine the possible cause that caused its appearance, as early as possible to begin treatment of the causal disease. The article presents data on the etiology, pathogenesis of EN, its clinical manifestations, features of the course of sarcoidosis, streptococcal infection, inflammatory bowel diseases, etc., the algorithm of the necessary diagnostics is given accordance with the federal clinical guidelines for the management of a patient with EN, approaches to the treatment of the disease are presented.

Keywords: erythema nodosum, panniculitis, clinical recommendations, sarcoidosis, Behçet's disease, nonsteroidal antiinflammatory drugs, glucocorticosteroids.

Светлова Марина Станиславовна

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
marinasvetlovacom@yandex.ru

Аннотация. Нередкой причиной обращения пациентов к врачам-интернистам является узловатая эритема (УЭ). В настоящее время отсутствуют единые подходы к ведению пациентов с данной патологией. УЭ относится к панникулитам и ее развитие обусловлено воспалением подкожной жировой клетчатки. Возможны первичные и вторичные формы заболевания. Причины вторичной УЭ весьма разнообразны (инфекции, в том числе туберкулез, саркоидоз, системные процессы, опухоли, прием лекарственных препаратов, беременность и др.). Примерно в половине случаев УЭ является идиопатической. Перед врачом-интернистом стоит сложная задача не только диагностировать УЭ, но и определить возможную причину, вызвавшую ее появление, как можно в более ранние сроки начать лечение причинного заболевания. В статье представлены данные об этиологии, патогенезе УЭ, ее клинических проявлениях, особенностях течения при саркоидозе, стрептококковой инфекции, воспалительных заболеваниях кишечника и др., приведен алгоритм необходимых диагностических мероприятий, в соответствии с федеральными клиническими рекомендациями по ведению больного с УЭ представлены подходы к лечению заболевания.

Ключевые слова: узловатая эритема, панникулиты, клинические рекомендации, саркоидоз, болезнь Бехчета, нестероидные противовоспалительные препараты, глюкокортикостероиды.

Введение

Узловатая эритема (УЭ) (erythema nodosum) — заболевание, с которым пациенты нередко обращаются за помощью к врачам различных специальностей (терапевтам, хирургам, ревматологам, дерматологам и др.). Симптомы УЭ связаны с воспалением подкожной жировой клетчатки (ПЖК) и само заболевание относится к панникулитам (Пн). Несмотря на распространенность различных форм Пн и нередко тяжелое их течение, осведомленность врачей о данной патологии, принципах ведения больных остается низкой. Пн часто являются лишь симптомом той или иной патологии. В этой связи диагностический поиск причинного заболевания и ранняя его диагностика представляются крайне важными.

Эпидемиология и классификация

УЭ чаще развивается у женщин, соотношение мужчин и женщин составляет 1:4. Пик заболеваемости приходится на возраст от 18 до 34 лет. Расовые, этнические

особенности УЭ зависят от особенностей первичной патологии, вызвавшей ее развитие. Заболевание характеризуется сезонностью и чаще возникает в первой половине года [1–3].

Классифицируют УЭ в зависимости от этиологического фактора, а также варианта течения заболевания. Если этиологический фактор УЭ не был установлен, то УЭ считается первичной (идиопатической), в случае выявления причинного заболевания — вторичной (50% случаев). По течению выделяют острую, подострую (мигрирующую) и хроническую формы УЭ [1, 3–5].

Патогенез

Как уже было сказано ранее, УЭ относится к Пн. Пн — это гетерогенная группа воспалительных заболеваний ПЖК с нередким вовлечением в процесс суставов и внутренних органов. Жировая ткань состоит из жировых долек, заполненных клетками, адипоцитами. Между собой дольки разделены соединительнотканными перегородками, септами. Кровоснабжение каждой дольки

осуществляется артериолой, делящейся на многочисленные капиллярные ветви, кровоснабжающие адипоциты. Воспаление при Пн может протекать с вовлечением в процесс сосудов, васкулитом, а также без него и локализоваться в дольках или перегородках ПЖК. Таким образом, в зависимости особенностей морфологии все Пн можно разделить на септальные и лобулярные, а также протекающие с васкулитом и без него [5–7].

УЭ представляет собой септальный Пн, протекающий преимущественно без васкулита, характеризующийся развитием ярко-красных болезненных, имеющих сливной характер узлов чаще на голенях, бедрах с отеком окружающих тканей. Несмотря на большую распространенность заболевания, этиология, патогенез, разнообразие форм УЭ до настоящего времени изучены недостаточно. В настоящее время общепринятым считается представление о возникновении УЭ как гиперэргической реакции на воздействие инфекционных и других факторов (аутоиммунных, лекарственных, гормональных, опухолевых и др.). Следствием такого воздействия является формирование иммунных комплексов вокруг и в венах септ, формирование в них воспалительных клеточных инфильтратов, клеточный состав которых меняется в зависимости от стадии процесса. При УЭ активированные лейкоциты периферической крови в большом количестве вырабатывают реактивные промежуточные формы кислорода. Эти формы могут участвовать в патогенезе УЭ путем окислительного поражения тканей и стимуляции воспаления в них. Особенности иммунного ответа при вторичной УЭ во многом определяются органной патологией основного заболевания [1, 2, 7–17]. Патогенетические механизмы развития УЭ требуют дальнейшего изучения.

Этиология

Этиологические факторы УЭ весьма разнообразны. Среди инфекционных агентов, вызывающих развитие вторичной УЭ самыми частыми являются *Streptococcus* группы А, а также *Coccidioides immitis*, *Yersinia*, *Salmonella*, *Campylobacter*. Несколько реже заболевание вызывают *Chlamydia pneumoniae*, *Chlamydia trachomatis*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella melitensis*. В связи с выше сказанным, особая настороженность врачей должна быть в отношении туберкулезной инфекции. ВИЧ-инфекцию, вирус гепатита В, а также грибы следует отнести к редким, но возможным причинным факторам УЭ. Такие группы лекарственных препаратов как антибиотики, контрацептивы, нестероидные противовоспалительные препараты, цитостатики также рассматриваются в качестве этиологического фактора при УЭ. Аутоиммунные системные заболевания, такие как саркоидоз (синдром Леффрена наиболее часто), болезнь Бехчета, другие си-

стемные васкулиты, ревматоидный артрит, реактивный артрит, системная красная волчанка, болезнь Шегрена, анкилозирующий спондилит, неспецифический язвенный колит, болезнь Крона, антифосфолипидный синдром могут сопровождаться развитием УЭ. Воспаление ПЖК в виде УЭ может быть связано со злокачественными новообразованиями (лимфогранулематоз, острый лейкоз, рак поджелудочной железы), а также с беременностью [1, 3, 4, 12, 13, 14, 18–43, 45].

Таким образом, разнообразие этиологических факторов УЭ ставит перед врачом сложную диагностическую задачу, решение которой позволит в кратчайшие сроки начать лечение УЭ и в случае вторичных форм — основной патологии.

Клиническая картина

УЭ характеризуется образованием мягких болезненных узлов на голенях, лодыжках, коленных суставах, возможно появление узлов на бедрах, предплечьях, редко на лице размером от 1 до 5 см. Кожа над узлами резко гиперемирована, горячая. Появлению узлов может предшествовать период повышенной утомляемости, субфебрильной температуры, артралгий, миалгий. Как правило, узлы появляются остро, их появление может сопровождаться повышением температуры тела до фебрильных цифр, тошнотой, диареей, головной болью, болями в суставах, общим недомоганием. Длительность существования каждого узла составляет около двух недель, возможно появление новых образований в течение месяца, а иногда и в более отдаленные сроки. Для узлов при УЭ не характерно изъязвление, типичным же признаком является их «цветение». Первоначально узлы имеют ярко-красный цвет и слегка возвышаются над кожей. В течение нескольких дней они становятся плоскими, багрово- или пурпурно-красными. С течением времени узлы приобретают вид глубокого «синяка» желтоватого или зеленоватого цвета (симптом «синяка») [1, 2, 3, 5, 9, 12, 13].

Каждый узел при УЭ проходит три стадии, которую стоит указывать при формулировке диагноза УЭ [3].

1. Стадия **созревания** характеризуется розовым умеренно болезненным уплотнением без четких границ, развивается в течение первых 3–7 дней заболевания.
2. Развернутая (**зрелая**) стадия — узлы болезненны, ярко-красно-багрового цвета с четкими границами и пастозностью окружающих тканей. Длительность стадии составляет 10–12 дней болезни.
3. Стадия **разрешения** — узел представляет собой безболезненное подкожное или сине-желто-зеленого цвета (симптом «синяка») уплотнение без

Таблица 1. Клинические особенности УЭ в зависимости от варианта течения [3]

| Форма течения | Клиническая характеристика течения |
|-------------------------|--|
| Острая | Характерно острое начало. Появляются болезненные ярко-красные узлы, которые могут сливаться, изъязвления не характерны. Узлы локализуются на голенях, возможен отек голеней, реже стоп. Лихорадка до 38–39 °, общее недомогание, головная боль, боль в суставах. Через 3–4 недели узлы исчезают. Рецидивы редки. |
| Подострая (мигрирующая) | Менее выраженная симптоматика, чем при острой форме. Узлы разных размеров, расположены симметрично на голенях. Регрессируют медленно, до нескольких месяцев. |
| Хроническая | Характерно рецидивирующее течение. Узлы на голенях умеренно болезненны, медленно регрессируют. Рецидивы длительно длятся, плохой ответ на проводимую терапию. Данная форма характерна для женщин среднего и пожилого возраста, страдающих онкологическими заболеваниями, а также хроническими инфекциями. |

четких границ, длительность стадии 7–14 дней [1–4, 7].

Как уже было сказано ранее, возможны различные варианты течения УЭ. Клинические особенности вариантов течения УЭ представлены в таблице 1.

Саркоидоз является одной из самых частых причин развития вторичной УЭ в мире и в России. Сочетание саркоидоза с УЭ в регионах составляет от 11 до 65%. Симптомы УЭ обычно сопутствуют острому течению саркоидоза, получившему название синдром Лефгрена. Помимо появления УЭ на голенях, над коленными суставами, в области бедер и предплечий при синдроме Лефгрена больных беспокоят боли преимущественно в голеностопных и коленных суставах, лихорадка, кашель, боль в грудной клетке, одышка. Характерна лимфаденопатия корней легких. Синдром Лефгрена чаще встречается у женщин молодого и среднего возраста и имеет благоприятный прогноз [1–4, 14, 24, 25, 32, 41].

Среди инфекционных причин УЭ лидирует стрептококковая инфекция (β -гемолитический стрептококк группы А). Развивается УЭ через 2–3 недели после перенесенного острого фарингита, сопровождается суставным синдромом, однако, поражение сердца в виде эндокардита или эндомиокардита не характерно [1, 3, 13, 14, 33].

Туберкулез, как инфекционная причина УЭ требует от врача особой настороженности, оценки анамнестических данных, а также сопутствующих УЭ симптомов органических поражений [1, 3, 5, 14, 23].

В 50% случаев болезнь Бехчета дебютирует УЭ, которая помимо изъязвления слизистой оболочки полости

рта, может возникать до органических проявлений этого системного васкулита [1–3, 9, 14, 18, 21, 22, 44, 45].

Поражение ПЖК наряду с артритом, увеитом, афтозным стоматитом является одним из самых распространенных внекишечных проявлений воспалительных заболеваний кишечника (в 4–15% случаев болезни Крона и в 3–10% — язвенного колита). У большинства больных появление УЭ совпадает с активностью кишечного процесса, однако, она может предшествовать появлению кишечных симптомов, иногда за 3–5 лет [1–3, 14, 27, 28, 40].

В том случае, когда УЭ появляется как паранеопластический синдром, следует обратить внимание на такие симптомы, сопровождающие ее появление, как общее недомогание, снижение массы тела, плохой аппетит, лихорадка. Возраст больного также имеет значение (>50 лет). Для паранеопластической УЭ характерно хроническое или рецидивирующее течение, плохой ответ на проводимую терапию. К сожалению, УЭ при онкологическом процессе указывает на плохой прогноз [1–3, 29–31, 39].

Диагностика

Лишь в половине случаев УЭ является идиопатической, в этой связи перед постановкой подобного диагноза следует провести диагностический поиск. УЭ требует междисциплинарного подхода и исключения всех основных причин ее возникновения. Постановка точного диагноза позволит врачу устранить основную причину и определить оптимальную терапевтическую стратегию.

Начать следует с тщательного опроса больного о перенесенных в ближайшее время заболеваниях, приеме препаратов, наследственности, имеющихся симптомах, провести комплексное физикальное обследование.

В соответствии с национальными клиническими рекомендациями по ведению больного с УЭ с целью диагностики вторичной УЭ требуется выполнить следующие исследования для диагностики причины воспаления ПЖК:

- ◆ общий анализ крови, общий анализ мочи;
- ◆ биохимическое исследование (печеночные фракции, амилаза, липаза, трипсин, ферритин, α 1-антитрипсин, кретинфосфокиназа);
- ◆ иммунологическое обследование (С-реактивный белок (СРБ), ревматоидный фактор (РФ), антитела к двуспиральной ДНК, антинуклеарный фактор (АНФ), антинейтрофильные цитоплазматические антитела (ANCA);
- ◆ серологическое исследование (антистрептолизин-О, антитела к иерсиниям, семейству Herpesviridae и др.);
- ◆ внутрикожный туберкулиновый тест;
- ◆ компьютерной томографии органов грудной клетки (при необходимости проведение компьютерной томографии внутренних органов);
- ◆ УЗИ внутренних органов;
- ◆ биопсия узла (редко) [3].

Изменения лабораторных показателей при УЭ весьма вариабельны, определяются как активностью самой УЭ (количество, размеры узлов), так и причинным заболеванием. При необходимости следует направить больного к специалисту (ревматологу, пульмонологу, инфекционисту, онкологу, фтизиатру, гастроэнтерологу и др.). Биопсия узла проводится только в сложных для диагностики случаях поражения кожи и ПЖК, а также при отсутствии эффекта от проводимой терапии и рецидивах заболевания [1–4].

УЭ имеет достаточно характерную клиническую картину, в этой связи, для постановки диагноза можно воспользоваться клиническими диагностическими критериями УЭ:

1. мягкие эритематозные или с наличием симптома «синяка» узлы диаметром 1–5 см и четкими границами;
2. локализация высыпаний преимущественно на переднебоковых поверхностях голени, реже на бедрах и верхних конечностях;
3. длительность заболевания менее 6 недель;
4. разрешение узлов без изъязвления или рубцевания [1–4, 44].

Дифференциальный диагноз

В реальной врачебной практике наиболее часто УЭ следует дифференцировать с эритемой при болезни Лайма (Лайм-боррелиоз), возникающей в период активности клещей на местах их укуса. Кроме того, сле-

дует помнить о кольцевидной эритеме (является одним из больших критериев острой ревматической лихорадки), а также эритеме Базена (индуративный туберкулез), возникающей преимущественно у женщин на фоне острого туберкулеза) [2–4, 9, 23, 33].

Лечение

К сожалению, до настоящего времени единых подходов к терапии УЭ не существует. В случае вторичной УЭ лечение основного заболевания (инфекции, саркоидоз, туберкулез, системные процессы, опухоли и др.), как правило, приводит к регрессу узлов. На этапе диагностического поиска причинного заболевания, а также при идиопатической УЭ показана симптоматическая терапия. Препаратами выбора являются нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), применение которых рекомендовано как перорально, так и в виде мазей, гелей локально на область узлов. Длительность терапии определяется скоростью регрессии узлов, но, как правило, не менее 1,5–2 месяцев. Следует рекомендовать больному ограничить физические нагрузки, а в ряде случаев показан полупостельный режим [2, 3].

При неэффективности терапии, а также в случае медленной регрессии узлов следует провести дополнительное обследование больного для уточнения возможной причины УЭ. В соответствии с федеральными клиническими рекомендациями по ведению больного с УЭ при отсутствии эффекта от НПВП и отсутствии инфекционной причины УЭ возможно проведение курсового лечения глюкокортикостероидами. Преднизолон в дозе 5–15 мг в сутки назначается в течение 1,5–2 месяцев с последующим снижением дозы по ¼ таблетки в неделю до 10 мг в сутки, далее по ¼ таблетки в 2 недели до 5 мг в сутки и, наконец, по ¼ таблетки в три недели до полной отмены [3].

В том случае, когда УЭ является следствием приема лекарственных препаратов, решение об отмене медикаментов принимает врач, их назначивший.

Заключение

Таким образом, основной задачей врача-интерниста при ведении больного с УЭ является комплексное обследование больного, установление причинного фактора в случае вторичной УЭ и своевременное начало лечения. К сожалению, несмотря на довольно высокую распространенность заболевания, единых стандартов диагностики, лечения УЭ не разработано. Знание причин развития заболевания, его патогенеза, клинических проявлений, использование существующих рекомендаций по ведению больного с УЭ, несомненно, поможет врачу-интернисту в диагностическом поиске, определении тактики лечения пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Leung A.K.C., Leong K.F., Lam J.M. Erythema nodosum. *World J Pediatr.* 2018;14(6):548–554. doi: 10.1007/s12519-018-0191-1.
2. Chowanec M., Starba A., Wiland P. Erythema nodosum — review of the literature. *Reumatologia.* 2016;54(2):79–82 doi: <https://doi.org/10.5114/reum.2016.60217>.
3. Насонов Е.Л., Карамова А.Э., Чикин В.В. и др. Федеральные клинические рекомендации по ведению больных узловой эритемой. М.; 2016.
4. Pérez-Garza D.M., Chavez-Alvarez S., Ocampo-Candiani J., Gomez-Flores M., Am J. Erythema Nodosum: A Practical Approach and Diagnostic Algorithm. *Clin Dermatol.* 2021; 22(3):367–378. doi: 10.1007/s40257-021-00592-w.
5. Вермель А.Е. Узловая эритема в клинике внутренних болезней. *Клиническая медицина.* 2004;4:4–9.
6. Blake T., Manahan M., Rodins K. Erythema nodosum — a review of an uncommon panniculitis. *Dermatol Online J.* 2014;20:22376. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24746312/>.
7. Белов Б.С., Егорова О.Н., Савушкина Н.М., Раденска-Лоповок С.Г. Панникулиты в практике интерниста. *Тер. Архив.* 2014; 5: 88–93. <https://www.mediasphera.ru/issues/terapevticheskij-arkhiv/2014/5/030040-36602014513>.
8. Белов Б.С., Егорова О.Н., Раденска-Лоповок С.Г. и соавт. Узловая эритема: васкулит или панникулит? *Современная ревматология.* 2009;3:45–49. <https://cyberleninka.ru/article/n/uzlovataya-eritema-vaskulit-ili-pannikulit>.
9. Егорова О.Н., Белов Б.С. Узловая эритема при ревматических заболеваниях. *Медицинский совет.* 2019;6:95–99. doi.org/10.21518/2079-701X-2019-6-95-99.
10. Wick M.R. Panniculitis: a summary. *Seminars in diagnostic pathology.* 2017;34(3):261–272. doi: 10.1053/j.semmp.2016.12.004.
11. Caputo V., Rongioletti F. Panniculitis in the setting of dermatologic diseases. *Giornale italiano di dermatologia e Venereologia.* 2018;53(2):194–207. doi: 10.23736/S0392-0488.17.05845-X.
12. Rebsamen U., Guenova E., Vallelian F. CME: Erythema nodosum. *Praxis.* 2017;106(18):973–979. doi: 10.1024/1661-8157/a002775.
13. Requena L., Sánchez Y.E. Erythema nodosum. *Semin Cutan Med Surg.* 2007;26:114–122. doi:10.1016/j.sder.2007.02.009.
14. Garcia-Porrúa C., Gonzalez-Gay M.A., Vazquez-Caruncho M. et al. Erythema nodosum: etiologic and predictive factors in defined population. *Arthr Rheum.* 2000;43:584–592. doi: 10.1002/1529-0131(200003)43:3<584::AID-ANR15>3.0.CO;2-6.
15. Nunnery E., Persellin R.H., Pope R.M. Lack of circulating immune complexes in uncomplicated erythema nodosum. *J Rheumatol.* 1983;10:991–994. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6663603/>.
16. Kunz M., Beutel S., Brocker E. Leucocyte activation in erythema nodosum. *Clin Exp Dermatol.* 1999;24:396–401. doi: 10.1046/j.1365-2230.1999.00511.x.
17. Winkelmann R.K., Fostrom L. New observations in the histopathology of erythema nodosum. *J Invest Dermatol.* 1975;65:441–446. [https://www.jidonline.org/article/S0022-202X\(15\)44628-7/pdf](https://www.jidonline.org/article/S0022-202X(15)44628-7/pdf).
18. Schwartz R.A., Nervi S.J. Erythema nodosum: a sign of systemic disease. *Am Fam Physician.* 2007;75: 695–700. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17375516/>.
19. Acosta K.A., Haver M.C., Kelly B. Etiology and therapeutic management of erythema nodosum during pregnancy: an update. *Am J Clin Dermatol.* 2013;14:215–220. doi: 10.1007/s40257-013-0024-x.
20. Francès C., Boisnic S., Bléry O., et al. Cutaneous manifestations of Takayasu arteritis. A retrospective study of 80 cases. *Dermatologica.* 1990; 181: 266–272. doi: 10.1159/000247820.
21. Misago N., Tada Y., Koarada S., Narisawa Y. Erythema nodosum-like lesions in Behçet’s disease: a clinicopathological study of 26 cases. *Acta Derm Venereol.* 2012;92:681–686. doi: 10.2340/00015555-1349.
22. Cebeci F., Onsun N., Ulusal H.A., Inan B. The relationship between deep vein thrombosis and erythema nodosum in male patients with Behçet’s disease. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2014; 18:3145–3148. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25487921/>.
23. Chen S., Chen J., Chen L., et al. Mycobacterium tuberculosis infection is associated with the development of erythema nodosum and nodular vasculitis. *PLoS One.* 2013;8(5): e62653. doi: 10.1371/journal.pone.0062653.
24. Mc Dougal K.E., Fallin M.D., Moller D., et al.; and the ACCESS Research Group. Variation in the lymphotoxin-tumor necrosis factor locus modifies risk of erythema nodosum in sarcoidosis. *J Invest Dermatol.* 2009;129:1921–1926. doi:10.1038/jid.2008.456.
25. Costabel U., Guzman J., Drent M. Diagnostic approach to sarcoidosis. *Eur Respir Monograph.* 2005; 10: 259–260. https://labmd.ru/wp-content/uploads/2020/02/rekomendacii_po_diagnostike_sarkoidoza_amerikanskoj_associacii_semeinyh_vrachej.pdf.
26. Verthelyi D. Sex hormones as immunomodulators in health and disease. *International Immunopharmacology.* 2001; 6: 983–993. doi: 10.1016/s1567-5769(01)00044-3.
27. Huang B.L., Chandra S., Shih D.Q. Skin manifestations of inflammatory bowel disease. *Front Physiol.* 2012;3:1–6. doi: 10.3389/fphys.2012.00013.
28. Faulkes R.E. Upper limb erythema nodosum: the first presentation of Crohn’s disease. *Clin Case Rep.* 2014;2:183–185. doi: 10.1002/ccr3.87.
29. Sendur O.F. Paraneoplastic rheumatic disorders. *Turk J Rheumatol.* 2012;27:18–23. doi:10.5606/tjr.2012.002.
30. Racanelli V., Prete M., Minoia C., et al. Rheumatic disorders as paraneoplastic syndromes. *Autoimmun Rev.* 2008;7:352–358. doi: 10.1016/j.autrev.2008.02.001.
31. Simon S., Azevedo S.J., Byrnes J.J. Erythema nodosum heralding recurrent Hodgkin’s Disease. *Cancer.* 1985;56:1470–1472. doi: 10.1002/1097-0142(19850915)56:6<1470::aid-cnrc2820560641>3.0.co;2-y.
32. Mert A. Erythema nodosum: an evaluation of 100 cases. *Clin Exp Rheumatol.* 2007;25(4):563–570. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17888212/>.
33. Simila S., Pietilla J. The changing etiology of erythema nodosum in children. *Acta Tuberc Scand.* 1965;46:159–168. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5880137/>.

34. Nekhlyudov L., Gradzka M., Conti-Kelly A.M., Greco T.P. Erythema nodosum associated with antiphospholipid antibodies: a report of three cases. *Lupus*. 2000;9:641–645. doi: 10.1191/096120300678828767.
35. Ajubi N., Nossent J.C. Panniculitis as the first manifestation of systemic lupus erythematosus: description of two cases. *Neth J Med*. 1993;42(1–2):25–29. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8446220/>.
36. Yamamoto T., Yokoyama A., Yamamoto Y., Mamada A. Erythema nodosum associated with Sjögren's syndrome. *Br J Rheumatol*. 1997;36(6):707–708. doi: 10.1093/rheumatology/36.6.707.
37. Remondino G.I., Mysler E., Pissano M.N. et al. A reversible bilateral renal arterystenosis in association with antiphospholipid syndrome. *Lupus*. 2000;9(1):65–67. doi: 10.1177/096120330000900112.
38. Van Trimpont P., Dubois J.L., Dequeker J. Acute polyarthritis in *Yersinia enterocolitica* infection. 4 cases in Belgium. *Rev RheumMal Osteoartic*. 1976;43(2):117–121. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/817386/>.
39. Heindl E. Erythema nodosum staphylogenes in lymphogranulomatosis. *Hautarzt*. 1965;16(10):453–455. <https://cyberleninka.ru/article/n/uzlovataya-eritema-sovremennye-aspekty/viewer>.
40. Mc Callum D.I., Kinmont P.D. Dermatological manifestations of Crohn's disease. *Br J Dermatol*. 1968;80:1–8. doi: 10.1111/j.1365–2133.1968.tb11898.x.
41. Jones J.V., Cumming R.H., Asplin C.M. Evidence for circulating immune complexes in erythema nodosum and early sarcoidosis. *Ann NY Acad Sci*. 1976; 278:212–219. doi: 10.1111/j.1749–6632.1976.tb47032.x.
42. Stiefelhagen P. Even in fever, joint pain and erythema: *Borrelia* antibodies do not prove Lyme disease. *MMW Fortschr Med*. 2006;148(11):14. <https://www.wikidata.org/wiki/Q40481496>.
43. Cascina A., Marone Bianco A., Mangiarotti P. et al. Cutaneous vasculitis and reactive arthritis following respiratory infection due to *Chlamydia pneumoniae*: report of a case. *Clin Exp Rheumatol*. 2002;20(6):845–847. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12508779/>
44. White W.L., Hichcock M.G. Diagnosis: erythema nodosum or not? *Sem Cutan Med Surg*. 1999;18:47–55. doi: 10.1016/s1085–5629(99)80008-x.
45. Demirkesen C., Tuzuner N., Mat C. et al. Clinicopathologic evaluation of nodular cutaneous lesions of Behcet syndrome. *Am J Clin Pathol*. 2001;116:341–346. doi: 10.1309/GCTH-0060–55K8-XCTT.

© Светлова Марина Станиславовна (marinasvetlovacom@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Петрозаводск

ДЕЙСТВИЕ ПОЛИСАХАРИДА ЦВЕТКОВ КАЛЕНДУЛЫ НА КРОВЬ И КРОВЕТВОРЕНИЕ

EFFECT OF POLYSACCHARIDE OF CALENDULA FLOWERS ON BLOOD AND HEMOROUS

D. Sirotkina
I. Sychev
T. Cherdantseva
T. Kolosova

Summary. A study was carried out to study the effect of calendula polysaccharide on the blood and hematopoiesis processes in healthy animals. A polysaccharide was isolated from the air-dry pharmaceutical raw material of calendula flowers, its qualitative and quantitative monosaccharide composition was determined. The effect of the polysaccharide on the blood of healthy animals was studied in Wistar rats. In the blood of experimental and control animals, the number of erythrocytes and hemoglobin, the total number of leukocytes and lymphocytes was determined. At the same time of the experiment, the number of erythroblastic islets of bone marrow isolated from the femur bones of control and experimental animals was determined. The data obtained indicate that the polysaccharide of calendula flowers stimulates the processes of hematopoiesis, increasing the total number of erythroblastic islets in the bone marrow of experimental rats. The polysaccharide drug increases the number of red blood cells and hemoglobin levels, increases the number of lymphocytes and monocytes, and reduces the total number of leukocytes.

Keywords: polysaccharide of calendula flowers, erythroblastic islets, bone marrow, erythrocytes, hemoglobin, lymphocytes, leukocytes, monocytes.

Сироткина Дарья Сергеевна

Ассистент, Рязанский государственный
медицинский университет имени академика

И.П. Павлова;

sirotkina.dashulya@inbox.ru

Сычев Игорь Анатольевич

Д.б.н., доцент, Рязанский государственный
медицинский университет имени академика

И.П. Павлова;

i.sytchev@rzgmu.ru

Черданцева Татьяна Михайловна

Д.м.н., доцент, Рязанский государственный
медицинский университет имени академика

И.П. Павлова

cherdan.morf@yandex.ru

Колосова Татьяна Юрьевна

К.х.н., доцент, Рязанский государственный
медицинский университет имени академика

И.П. Павлова;

tkkolosova@gmail.com

Аннотация. Проведено исследование по изучению действия полисахарида календулы на кровь и процессы кроветворения здоровых животных. Из воздушно-сухого аптечного сырья цветков календулы выделен полисахарид, определен его качественный и количественный моносахаридный состав. Действие полисахарида на кровь здоровых животных изучали на крысах линии Вистар. В крови экспериментальных и контрольных животных определяли количество эритроцитов и гемоглобина, общее число лейкоцитов, лимфоцитов. В те же сроки эксперимента определяли количество эритробластических островков костного мозга выделенного из бедренных костей контрольных и подопытных животных. Полученные данные свидетельствуют о том, что полисахарид цветков календулы стимулирует процессы гемопоэза, увеличивая общее количество эритробластических островков в костном мозге подопытных крыс. Препарат полисахарида повышает количество эритроцитов и уровень гемоглобина, увеличивает количество лимфоцитов и моноцитов, уменьшает общее количество лейкоцитов.

Ключевые слова: полисахарид цветков календулы, эритробластические островки, костный мозг, эритроциты, гемоглобин, лимфоциты, лейкоциты, моноциты.

Введение

Сложная экологическая обстановка больших промышленных мегаполисов, а также ряд патологических процессов могут приводить к снижению функциональной активности кроветворной и иммунной системы организма, развитию иммунодефицитов, анемии [5,15].

Растительные полисахариды обладают высокой биологической активностью. При введении в организм лабораторных животных стимулируют общий обмен веществ, повышают физическую работоспособность. Так ряд авторов в своих работах отмечают, что полисахариды растений активируют функции иммунной системы, проявляя выраженное противовоспалительное и ранозаживляющее действие, стимулируют процессы гемопоэза в норме и при различных видах анемии, при облучении [6,8,10,12,14].

Установлено, что полисахариды растений при введении в организм не обладают токсичностью, аллергенностью, пирогенностью [1,9,16]. Все это, наряду с доступностью растительного сырья и относительной простотой получения открывает широкие перспективы использования растительных полисахаридов в медицине и ветеринарии [7,8,9,11,13].

Цветки календулы (*Calendula off*) содержат каротиноиды, флавоноиды, тритерпеновые сапонины, дубильные вещества, эфирное масло, органические кислоты. В медицинской практике применяется настой цветов календулы, который оказывает противовоспалительное, антисептическое и ранозаживляющее действие. Его используют при заболевании горла для полоскания и внутрь как желчегонное средство [4,10].

Материалы и методы

Аптечное сырье цветков календулы подвергали предварительной экстракции 40% этанолом на водяной бане в течение 30 минут для извлечения полифенольных соединений.

Из очищенного сырья полисахарид извлекали 1% раствором щавелевокислого аммония в соотношении 1:10 на кипящей водяной бане в течение 1,5 часов. Экстракт охлаждали, фильтровали, и полисахариды осаждали 5 кратным избытком 96% этанола. Осадок полисахарида промывали несколько раз этанолом, ацетоном, диэтиловым эфиром, высушивали в эксикаторе над серной кислотой или гидроксидом кальция. Очищали полисахарид диализом и переосаждением. Получали аморфное вещество светло-серого цвета. Выход полисахарида из растительного сырья составляет 13,5%.

Полисахарид календулы растворяли в дистиллированной воде, получая при этом 5% коллоидный раствор, с которым проводили дальнейшие исследования.

Подлинность полисахарида определяли реакцией Молиша — групповая реакция на углеводы с α -нафтолом и серной кислотой, а также реакцией Толенса с раствором нафторезорцина и соляной кислотой при добавлении бензола. После кислотного гидролиза полисахарида реакцией Фелинга и реакцией с раствором ацетата свинца основного проверяли наличие в гидролизате моносахаридов [3].

Качественный и количественный моносахаридный состав полисахарида определяли методом кислотного гидролиза в течение 9 часов с раствором 1н серной кислоты на кипящей водяной бане в сочетании с методом бумажной и тонкослойной хроматографии в системе бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5). Моносахариды на хроматограмме выявляли анилинфталатом. Количество урсонных кислот определяли методом алкалометрического титрования.

Действие полисахарида на здоровых животных изучали на 30 крысах-самках линии Вистар массой 220–250 грамм, содержащихся в стандартных условиях вивария.

Подопытным животным вводили 5% раствор полисахарида в дистиллированной воде в дозе 0,1 г/кг массы тела *per os* ежедневно в одно и то же время в течение всего времени эксперимента. Контрольные животные получали в это же время равный объем дистиллированной воды.

На 3,5,7,10 и 12 сутки опыта животных выводили из эксперимента. У подопытных и контрольных крыс после наркотизации для исследования брали кровь, тимус, селезенку, две бедренные кости.

В крови животных на гемоанализаторе определяли количество эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов, тромбоцитов, общий белок, альбумины, глобулины. Готовили мазки крови, которые фиксировали смесью спирта и эфира и окрашивали по Романовскому-Гимза и использовали для подсчета форменных элементов крови с помощью программного обеспечения «Image J».

Взятые органы использовали для изготовления гистологических микропрепаратов, которые окрашивали гематоксилином и эозином и использовали для изучения клеточности и структуры органов.

Количество эритробластических островков в костном мозге определяли по методу Захарова [2]. У подо-

Таблица 1. Влияние полисахарида календулы на изменения массы тела и кроветворных органов подопытных животных

| Масса | Контроль | 3 сутки | 5 сутки | 7 сутки | 10 сутки | 12 сутки |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| тела | 276,18±0,1 | 285,81 ±1,9 | 287,28±2,3 | 293,12±2,7 | 301,58±2,9 | 286,15 ± 2,4 |
| тимуса | 0,584 ± 1,7 | 0,612 ± 1,1 | 0,638 ± 1,6 | 0,793 ± 2,3 | 0,752 ± 1,9 | 0,708 ± 2,1 |
| селезёнки | 0,652 ± 0,7 | 0,725 ± 1,5 | 0,962 ± 3,1 | 0,912 ± 0,5 | 0,858 ± 2,9 | 0,723 ± 1,3 |

пытных и контрольных животных извлекали бедренные кости, очищали от мышц, сухожилий, соединительной ткани. Вскрывали бедренную кость и выделяли из нее костный мозг в питательную среду, состоящую из 10% раствора альбумина в среде 199 в которую добавляли антибиотик и гепарин. Костный мозг суспензировали в 1 мл питательной среды, брали 0,1 мл суспензии добавляли в него 0,1 мл среды и 0,1 мл 1% раствора нейтрального красного. Полученную смесь наносили на камеру Горяева и выдерживали 10 минут во влажной среде. Общее количество эритробластических островков считали в 220 квадратов камеры. Расчет проводили по формуле:

$$A = \frac{n \cdot 2 \cdot 2000}{0,9 \cdot 3}$$

где, n — число эритробластических островков;
2000 — общий объем взвеси клеток;
0,9 — объем камеры Горяева;
2 — две бедренные кости;
3 — разведение взвеси костного мозга в три раза.

Все полученные данные обрабатывали методом математической статистики.

Результаты и обсуждения

При введении полисахарида цветков календулы здоровым крысам линии Вистар было установлено, что у животных в течение всего времени эксперимента увеличивается масса тела и, достигнет максимума на 10 сутки опыта, превосходя изменения массы тела контрольных животных в среднем на 5,5% (p<0,05). Масса тимуса подопытных животных ежедневно получавших полисахарид в дозе 0,1 г/кг массы тела увеличивается на 7 сутки на 12,5% (p<0,05), а на 10–12 превышает контроль на 13,8% (p<0,05). Масса селезенки животных получавших полисахарид возрастает максимально на 5 сутки опыта, превышая контрольные значения на 32,3% (p<0,05). На 10 сутки эксперимента масса селезенки подопытных крыс снижалась, но превосходила контрольные значения на 23,1% (p<0,05), а на 12 сутки на 15,2% (p<0,05) была больше чем в контроле. Все полученные данные обработаны методами математической статистики и представлены в таблице 1.

Увеличение массы кроветворных органов подопытных животных происходит в связи с активацией процессов лимфопоэза и гемопоэза.

В костном мозге бедренной кости происходит увеличение общего количества эритробластических островков, которое максимально возрастает на 5 сутки опыта, превосходя контрольные значения на 14,62% (p<0,05). На 7 сутки опыта общая численность эритробластических островков превосходит контрольные показатели на 6,43% (p<0,05). К 10 дню опыта количество эритробластических островков снижается, но превышает контрольные значения на 2,92% (p<0,05), а на 12 сутки опыта уменьшается до контрольных показателей. Полученные данные по динамике изменения количества эритробластических островков представлены на рисунке 1.

Увеличение клеточности кроветворных органов связано с процессами пролиферации и дифференцировки гемопоэтических и лимфоидных клеток и выходом в периферическую кровь зрелых форменных элементов. Под влиянием полисахарида календулы в периферической крови экспериментальных животных численность эритроцитов максимально увеличивается на 5 сутки опыта на 19,9% (p<0,05) по сравнению с контролем. На 7–10 сутки опыта количество эритроцитов уменьшается, но на 8,64%-9,89% (p<0,05) соответственно больше чем в контроле. После 12 дня опыта число эритроцитов снижается до уровня контрольных значений.

Количество гемоглобина максимально увеличивается на 5 сутки введения полисахарида подопытным животным на 9,35% (p<0,05) по сравнению с контролем. На 7 сутки опыта уровень гемоглобина в крови экспериментальных крыс на 8,43% (p<0,05) превышает контрольные значения. На 10 день эксперимента количество гемоглобина снижается, но на 5,26% (p<0,05) больше чем в контроле, а на 12 сутки опыта количество гемоглобина снижается до уровня контрольных значений.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах под влиянием полисахаридов незначительно увеличивается на 7–10 сутки эксперимента, превосходя кон-

Таблица 2. Динамика изменения численности эритроцитов, количества гемоглобина и показателей среднего объема эритроцитов, средней концентрации гемоглобина под действием полисахарида цветков календулы

| Исследуемые показатели, г/л | Контроль (n=5) | 3 сутки (n=5) | 5 сутки (n=5) | 7 сутки (n=5) | 10 сутки (n=5) | 12 сутки (n=5) |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Эритроциты *10 ¹² /л | 5,92 (5,8; 6) | 6,5* (6,43; 6,52) | 7,1* (6,98; 7,2) | 6,93* (6,8; 7,1) | 6,4* (6,3; 6,44) | 6* (5,8; 6,01) |
| Гемоглобин, г/л | 126 (121; 127) | 136* (132; 138) | 139,33* (133,2; 142,1) | 137,6* (132,1; 139,3) | 130,67* (125; 131) | 125,2* (123,1; 128,1) |
| Средний объём эритроцитов, fl | 50,6 (49,5; 50,8) | 56,3* (55,7; 57,1) | 54,53* (54,1; 55,2) | 54,26* (54,0; 55,1) | 55,7* (55,3; 56,0) | 56,76* (55,9; 56,8) |
| Средняя концентрация гемоглобина, г/л | 372,67 (371,9; 373,1) | 383,4* (383,0; 383,4) | 382,6* (381,9; 383,2) | 396,2* (395,8; 396,5) | 391,3* (391,0; 391,5) | 369,6* (369,2; 369,8) |

Примечание: здесь и далее *- статистические достоверные различия по сравнению с контролем (p<0,05).

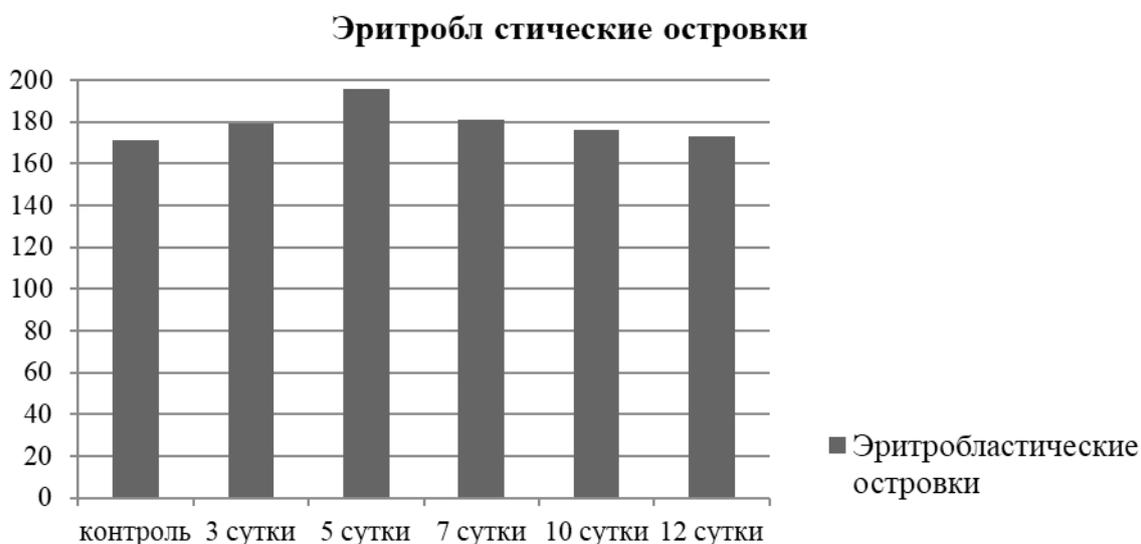


Рис. 1. Изменение общего числа эритробластических островков костного мозга крыс под действием полисахарида календулы.

контрольные значения соответственно на 3,2% (p<0,05) и на 2,95% (p<0,05), а на 12 сутки введения препарата этот показатель у подопытных крыс приходит в норму. Эти изменения отражаются на изменении среднего объема эритроцитов, который увеличивается на 5 день эксперимента на 3,86% (p<0,05), на 7 день опыта на 6,75% (p<0,05), а на 10–1,8% (p<0,05). На 12 день опыта этот показатель снижается до уровня контроля. Полученные результаты представлены в таблице № 2.

Полисахарид календулы увеличивает количество лимфоцитов в крови подопытных крыс на 3 сутки опыта на 8,18% (p<0,05) по соотношению с контролем. А на 5 сутки введения полисахарида численность лимфоцитов увеличивается максимально и на 13,22% (p<0,05) превышает контрольные показатели. После 7 суток введения полисахарида количество лимфоцитов уменьшается, и только на 3,63% (p<0,05) больше чем в контроле. На 10–12 день эксперимента под действием

Таблица 3. Изменение количества белой крови лейкоцитов, лимфоцитов, моноцитов под влиянием полисахарида цветков календулы

| Исследуемые показатели, г/л | Контроль (n=5) | 3 сутки (n=5) | 5 сутки (n=5) | 7 сутки (n=5) | 10 сутки (n=5) | 12 сутки (n=5) |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Лейкоциты *10 ⁹ /л | 8,18 (8,15; 8,2) | 8,21* (8,17; 8,22) | 8,93* (8,91; 9,05) | 8,11* (8,06; 8,12) | 6,23* (6,21; 6,25) | 7,98* (7,95; 8) |
| Лимфоциты,% | 52,1 (50; 52,2) | 74,03* (72; 74,05) | 75,4* (74; 75,9) | 70,21* (70; 71,2) | 68,66* (67,9; 68,7) | 50,76* (50; 51,01) |
| Моноциты,% | 2,9 (2,4; 3,4) | 3,9* (2,9; 3,9) | 3,6* (3,1; 4,1) | 3,2* (2,7; 3,7) | 3,1* (2,6; 3,6) | 3* (2,0; 3,0) |
| Гранулоциты,% | 45 (44,5; 45,0) | 22,07* (21,07; 23,07) | 21* (21; 21,05) | 26,59* (25,59; 27,59) | 28,24* (27,74; 28,24) | 46,24* (45,74; 46,74) |

Примечание: здесь и далее *- статистические достоверные различия по сравнению с контролем (p<0,05).

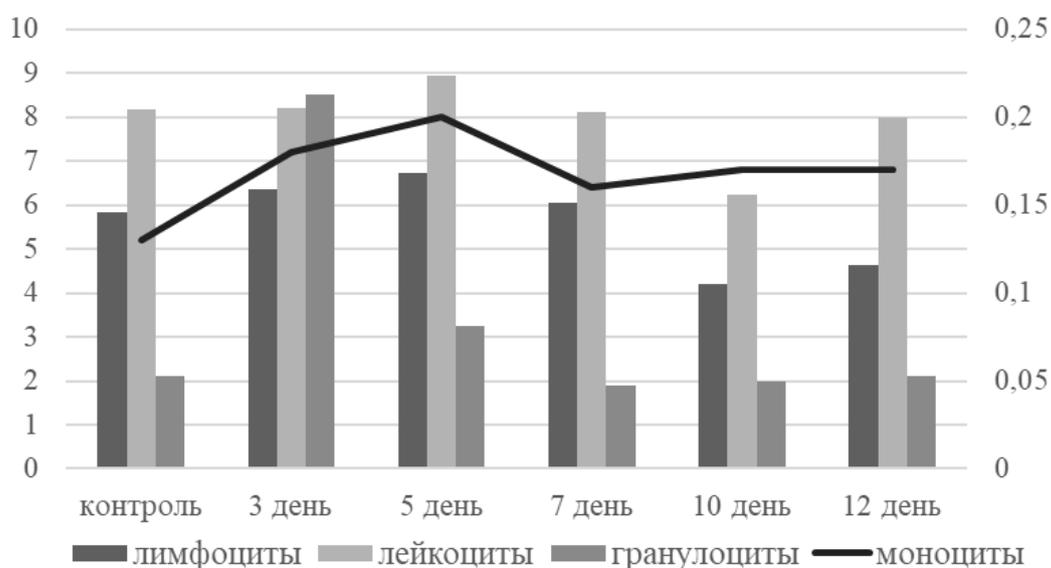


Рис. 2. Динамика изменения количества лимфоцитов, лейкоцитов, моноцитов под влиянием полисахарида цветков календулы

введения препарата количество лимфоцитов снижается и на 20,55% (p<0,05) меньше чем в контроле.

Введение полисахаридов календулы приводит к увеличению количества лейкоцитов в крови подопытных крыс максимально на 5 день опыта на 8,1% (p<0,05) по сравнению с контролем. На 7 день опыта численность лейкоцитов у экспериментальных животных снижается до уровня контроля. После 10 дня введения полисахарида количество лейкоцитов значительно уменьшается и становится на 32,76% (p<0,05) меньше

чем в контроле. После 12 суток введения препарата численность лейкоцитов в крови подопытных животных возрастает, но остается на 3,55% (p<0,05) меньше чем в контроле.

Максимальное увеличение количества моноцитов наблюдается после введения 3 доз полисахарида и на 31,2% (p<0,05), превышает контрольные значения. Введение 5,7,10,12 доз полисахарида вызывает постепенное снижение этого показателя до уровня контроля. Все полученные данные представлены в таблице № 3.

Все данные полученные по динамике изменения количества клеток белой крови здоровых животных под действием полисахарида цветков календулы представлены на рисунке № 2.

Выводы

Нашими исследованиями впервые установлено, что полисахарид цветков календулы стимулирует процессы гемопоэза в организме здоровых животных.

1. Введение препарата полисахарида цветков календулы в организм здоровых животных стимулирует процессы кроветворения.
2. Полисахарид цветков календулы достоверно увеличивает общее количество эритробластиче-

ских островков костного мозга подопытных крыс на 5–10 сутки эксперимента.

3. Под влиянием полисахарида в крови подопытных крыс количество эритроцитов увеличивается максимально на 19,9%, а уровень гемоглобина на 10,6%.
4. Препарат полисахарида при введении в организм животных изменяет относительное содержание в крови подопытных крыс, отдельных популяций клеток белой крови:
 - ◆ общее количество лимфоцитов максимально возрастает на 5 день опыта на 13,22%;
 - ◆ численность лейкоцитов уменьшается;
 - ◆ количество моноцитов максимально увеличивается на 3 день опыта на 31,2%, превышая контроль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pharmacological evaluation polysaccharide complex flowers tansy / E.E. Engalycheva [et al.] // Research result: pharmacology and clinical pharmacology. 2016. Vol. 2, № 4. P. 45–54.
2. Захаров Ю.М., Рассохин А.Г. Эритробластический островок. М.: Медицина, 2002. С. 264–280.
3. Иванычева Ю.Н., Чурилов Г.И. Исследование биологически активных полисахаридов, выделенных из лекарственного растения *Geranium pretense* L., применяемого при различных нарушениях обмена веществ // Материалы научной конференции рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова / Ряз. Гос. мед. ун-т им. И.П. Павлова; ред. В.Г. Макарова. Рязань: РязГМУ, 2005. Ч 1. С. 20–22.
4. Йорданов Д., Николов П., Бойчинов А.С.П. Фитотерапия. София: Медицина и физкультура, 1976. 349 с.
5. Калинкина О.В., Сычев И.А. Действие полисахарида крапивы двудомной на кровь и кроветворение // Вестник ТГУ. Серия биология и экология. 2017. № 1. С. 62–67.
6. Калинкина О.В. Изменение количества эритробластических островков костного мозга крыс под действием полисахарида крапивы двудомной: // Всероссийская конференция университета с Международным участием, посвященная 70-летию основания Рязанского университета им. акад. И.П. Павлова. Рязань: РИО РязГМУ, 2013. С. 347–348.
7. Комарова Н.С., Николашкин А.Н. Плавающие лекарственные формы, характеристика, особенности состава и технологии // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2013. № 3. С. 80–85.
8. Коссиор Л.А., Караваева А.В., Ананьева Е.П. Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения // Четвертый Международный съезд Фитофарм 2003 (Великий Новгород, 29 июня-1 июля 2000 г.): материалы съезда. СПб., 2000. С. 168–172.
9. Криштанова Н.А. Перспективы использования растительных полисахаридов в качестве лечебных и лечебно-профилактических средств // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2005. № 1. С. 212–221.
10. Кузнецова М.А., Рыбачук И.З. Фармакогнозия. М.: Медицина, 1989. 560 с.
11. The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *Sativa* (Haw.) / K. Celak Chan [et al.] // Journal of Ethnopharmacology. 2000. Vol. 73. P. 445–451.
12. Polysaccharide biological response modifiers / M.Y.K. Leung [et al.] // Immunology Letters. 2006. Vol. 105. P. 101–114.
13. Фармакологическое действие полисахаридов некоторых плодовых и ягодных растений / В.Г. Макарова [и др.] // Вопросы диагностики и коррекции физического состояния организма / ПОД ред. Проф. М.Ф. Сауткина и проф. В.А. Кирышина. Рязань, 1996. С. 83–87.
14. Ooi V.E.C., Liu F. Immunomodulation and anticancer activity of polysaccharide protein complexes // Current Medicinal Chemistry. 2000. Vol. 7. P. 715–729.
15. Сычев И.А., Лаксаева Е.А., Калинкина О.В. Биологическая активность растительных полисахаридов // Рос. медико-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. 2009. № 4. С. 143–148.
16. Изучение фармакологической активности полисахаридного комплекса цветков пижмы обыкновенной / Е.Н. Якушева [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. Т. 5, № 7. С. 1070–1074.

© Сироткина Дарья Сергеевна (sirotkina.dashulya@inbox.ru), Сычев Игорь Анатольевич (i.sytchev@rzgmu.ru), Черданцева Татьяна Михайловна (cherdan.morf@yandex.ru), Колосова Татьяна Юрьевна (tkkolosova@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ SARS-COV-2 В КОНТЕКСТЕ ВЛИЯНИЯ ВИРУСА НА ТЕЧЕНИЕ БЕРЕМЕННОСТИ И РОДОВ

GENETIC ASPECTS OF SARS-COV-2 IN THE CONTEXT OF INFLUENCE OF THE VIRUS ON THE COURSE OF PREGNANCY AND BIRTH

**N. Stefanyan
T. Khashaeva
Z. Abusueva
S. Mamaeva
A. Medzhidova
R. Zakarigaeva**

Summary. Everyone knows that the world is escalated by viruses due to two fundamental properties inherent in them: the speed of replication and the high level of mutagenicity. At the same time, viruses achieve their goal through the ultimate simplification of their own mechanisms of life and their own structure, however, with their own unique characteristics. This can be understood at least from a comparison of the human genome and the SARS-CoV-2 genome, which actively entered into interspecies struggle in 2020: 3 billion base pairs against 29 thousand. The meaning of the existence of viruses is the maximum capture of target cells and the synthesis of the maximum possible amount viral particles, which, in turn, will continue to infect the living. This article describes in detail the pathomorphological and genomic structure of SARS-CoV-2, its standard and alternative ways of entering the cell, as well as the impact of the virus on the course of pregnancy and childbirth.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2, coronavirus infection, genome.

Стефанян Натэлла Амлетовна

Доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ, Махачкала
nstefanyan@inbox.ru

Хашаева Тамара Хаджи-Мурадовна

Доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ, Махачкала

Абусуева Зухра Абусуевна

Главный акушер гинеколог, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ,
Махачкала
zuhraabusueva@mail.ru

Мамаева Салидат Магдиевна.

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ,
Махачкала
mamaeva.salidat@mail.ru

Меджидова Айшат Меджидовна

К.м.н., ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ, Махачкала
Asholya2012@yandex.ru

Закаригаева Разият Магомедэминовна

К.м.н., врач гинеколог, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ,
Махачкала

Аннотация. Всем известно, что мир эскалирован вирусами благодаря двум фундаментальным свойствам, присущим им: скорости репликации и высоким уровнем мутагенности. При этом вирусы достигают своей цели за счет предельного упрощения собственных механизмов жизнедеятельности и собственного устройства, правда, с собственными уникальными характеристиками. Это можно понять хотя бы из сравнения генома человека и генома SARS-CoV-2, которые активно вступили в межвидовую борьбу в 2020 году: 3 млрд. пар нуклеотидов против 29 тыс. Смысл существования вирусов — максимальный захват клеток-мишеней и синтез предельно возможного количества вирусных частиц, которые, в свою очередь, будут инфицировать живое и дальше. В этой статье подробно описано патоморфологическое и геномное строение SARS-CoV-2, его стандартный и альтернативный пути проникновения в клетку, а также влияние вируса на течение беременности и родов.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, коронавирусная инфекция, геном.

Патоморфологические и генетические аспекты SARS-CoV-2

Частица SARS-CoV-2, известная как вирус коронавирусной инфекции, является сферой, ограниченной в липидную мембрану около 93–95 нм без учета наружных тримеров спайк-протеина, или S-белка, — пепломеров (с ними общая площадь вирусной частицы составляет от 120 до 135 нм). С помощью S-белка вирус соединяется с рецепторами клеток-мишеней. В связывании участвует S1-фрагмент S-белка. Непосредственно с рецептором клетки-мишени взаимодействует RBD-домен, который очень точно прилегает к клеточным рецепторам. Меньшие по размеру пепломеры состоят из структурного мембранного протеина (M-белка). Помимо этого, вирус содержит оболочечный E-белок, который почти совсем не выдается за пределы сферы. Фактически SARS-CoV-2 представляет собой пузырек, стенка которого образована липидными молекулами с вкраплениями белков. Причем мембрана у вируса не является нативной. Она позаимствована у предыдущего хозяина, так как синтез липидов — сложный многостадийный процесс, требующий множества ферментов, гены которых у паразита отсутствуют [1].

Внутри вируса компактно упакована геномная рибонуклеиновая кислота (далее РНК) позитивной полярности, спиралевидно обхватывающая каркас из так называемого N-протеина нуклеокапсида. Как известно, коронавирусы (Coronaviridae) — это многочисленное семейство РНК-содержащих вирусов, но известный SARS-CoV-2 значительно отличается от других человеческих коронавирусов — различия в геномах ближайшего родственника SARS составляет более 20%. Зато с одним из коронавирусов летучих мышей (RaTG13) он схож на 96% [2–4]. Вполне возможно, что ученым удастся найти среди отряда рукокрылых еще более близкие вирусы, от которых мог произойти SARS-CoV-2.

Количество вариантов SARS-CoV-2 в настоящее время составляет больше 1000 различных генетических линий, причем большинство зарегистрированных мутаций SARS-CoV-2, насколько известно, не имеют функционального значения. Только отдельные линии имеют выраженное эпидемическое значение. Как выше было сказано, геном коронавирусов записан в молекуле РНК, причем среди прочих вирусов представители данной группы являются очень объемными: в среднем у них около 29 тыс. нуклеотидов, которые кодируют всего 16 генов. В основном это гены, обеспечивающие синтез собственных вирусных белков, остальные же нужны для того, чтобы перепрограммировать геном клетки-мишени, заставив ее работать в режиме «вирусной

фабрики», а также для обмана клеточных защитных систем. Несмотря на элементарное устройство, вирусная частица SARS-CoV-2 эффективно проникает в клетки организма-хозяина [5].

Главными воротами, через которые вирус попадает внутрь, являются рецепторы ангиотензин-превращающий фермента 2 (АПФ2). Вместе с ангиотензин-превращающим ферментом 1 (АПФ1) АПФ2 входит в состав гормональной ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (далее РААС), которая является основным регулятором кровяного давления. Ученые считают, АПФ2 стал мишенью SARS-CoV-2 в ходе многочисленных циклов адаптации. Рецепторы АПФ2 — трансмембранные белки [6], которые расположены на клетках респираторного тракта, кишечника, эндотелиальной выстилки кровеносных сосудов, пищевода, сердца, надпочечников, мочевого пузыря, головного мозга и других органов [7]. Потенциально это означает, что SARS-CoV-2 способен проникать во все ткани и системы органов, где имеются рецепторы АПФ2. В действительности было установлено, что вирус SARS-CoV-2 внедряется в клетки кишечника и яичек [1,8], но с меньшим потенциалом размножения, т.е. вирус не вызывает развития серьезных патологических процессов в данных локациях. Зато клетки респираторного тракта, и особенно в клетках легких, SARS-CoV-2 производит серьезную эскалацию. Основной и быстро достижимой мишенью SARS-CoV-2 являются альвеолярные клетки II типа (AT2), что определяет развитие диффузного альвеолярного повреждения, поэтому наиболее распространенным клиническим проявлением нового варианта коронавирусной инфекции является вирусное диффузное альвеолярное повреждение с микроангиопатией, а у 3–4% пациентов зарегистрировано развитие острого респираторного дистресс-синдрома (далее ОРДС). У части больных развивается гиперкоагуляционный синдром с тромбозами и тромбоземболиями, возможно развитие сепсиса и септического шока. Патологические трансформации иммунокомпетентных органов изучены недостаточно, обсуждается возможность поражения лимфоцитов с их апоптозом и пироптозом (которая лежит в основе характерной и прогностически неблагоприятной лимфопении), синдрома гиперактивности макрофагов и гемофагоцитарного синдрома, нетоза нейтрофильных лейкоцитов.

На основании способности коронавирусной инфекции поражать различные органы и ткани высказывается идея о существовании дополнительных рецепторов и ко-рецепторов вируса помимо АПФ2. И такой действительно был найден в марте 2020 года, когда ученые обнаружили, что SARS-CoV-2 связывает рецепторы CD147, который не встречается на поверхности клеток респираторного тракта, но которые в большом количе-

стве имеются на иммунных клетках. В некоторые из них, как было показано группой исследователей из Китая и США, вирус способен проникать [9–11].

Сама возможность поражения коронавирусом иммунных клеток вызывает серьезную настороженность, потому что именно дисбаланс иммунного ответа является основной причиной летальных исходов от SARS-CoV-2, ведь критическая форма вирусной инфекции является разновидностью цитокинового шторма, а ее проявления сходны с течением первичного и вторичного гемофагоцитарного лимфогистиоцитоза или синдрома активации макрофагов. При критическом течении SARS-CoV-2 развивается патологическая активация врожденного и приобретенного иммунитета [12], причем доказано, что детерминанты тяжести SARS-CoV-2 почти полностью зависят от количества и качественного порядка факторов хозяина, а не от самого вируса [13].

Крайне тяжелое течение SARS-CoV-2 связано как минимум с двумя биологическими механизмами: врожденной противовирусной защитой, которая особенно важна на ранней стадии заболевания и воспалительным поражением легких — ключевым механизмом поздней фазы SARS-CoV-2.

Особенности течения беременности и родов при SARS-CoV-2

Беременные пациентки с подтвержденным диагнозом коронавирусной инфекции являются самой уязвленной и незащищенной группой больных среди всех остальных в силу нескольких веских причин: беременность вносит множество изменений в физиологические процессы женщины для адаптации организма к росту и развитию плода [14]. Иммуносупрессия и другие физиологические изменения во время беременности способствуют высокой восприимчивости организма женщины к патогенам. Как известно, концентрации гормонов и уровень иммунокомпетентности значительно варьируют на протяжении всей беременности. Ранняя беременность более подвержена риску развития различных осложнений вследствие адаптивных изменений, которые являются ответом на появление в организме женщины антигенов плода, поэтому первый триместр беременности является критическим периодом развития органов плода, иммунная система особенно чувствительна на этой стадии, что, безусловно, влияет на течение инфекции [15–17].

Известно, что для беременности характерен своего рода модулирующий эффект в отношении иммунной системы. Хорионический гонадотропин человека

и прогестерон ингибируют Th1-провоспалительный путь активации посредством снижения уровня ФНО- α [18]. Есть мнение, что подобные изменения функции иммунной системы в значительной степени защищают беременную от синдрома цитокинового шторма и связанных с ним осложнений, и летальности [19].

В настоящее время в научной литературе представлен ряд исследований особенностей инфекции SARS-CoV-2 у беременных. Совместное исследование специалистов ВОЗ и Китая, в которое были включены 147 беременных женщин из КНР (64 подтвержденных и 82 подозреваемых случая SARS-CoV-2, одна бессимптомная пациентка), показало, что у 8% женщин была тяжелая форма заболевания, у 1% — критическое течение заболевания. Был сделан вывод о том, что для беременных с SARS-CoV-2 не характерен высокий риск развития тяжелой формы инфекции [20]. В настоящее время отсутствуют исследования по описанию акушерских осложнений при тяжелом течении SARS-CoV-2 в течение первого триместра беременности. При инфекциях, вызываемых другими коронавирусами, в частности, атипичной пневмонией и MERS, корреляции частоты инфицирования с частотой выявления пороков развития у плода и новорожденного [22].

К настоящему времени появляющиеся сообщения, в которых отмечается, что клинические характеристики беременных с подтвержденной инфекцией SARS-CoV-2 аналогичны таковым у небеременных женщин с пневмонией SARS-CoV-2. Доказательств вертикальной передачи SARS-CoV-2 на поздних сроках беременности не выявлено ни в одном исследовании из представленных в научных порталах, хотя некоторые специалисты не отрицают потенциально такую передачу возможной [23]. Как сообщает *Elshafeey F. Et al.* В одном из исследований, у четырех новорожденных с подтвержденной инфекцией пробы, взятые из крови пуповины и амниотической жидкости, были отрицательными. Однако доказательства того, что описанные случаи явились результатом вертикальной передачи, отсутствуют. Необходимо проведение дальнейших исследований для уточнения особенностей эпидемиологии и патогенеза инфекции SARS-CoV-2 во время беременности, включая такие аспекты, как срок инфицирования матери, гестационный возраст, сопутствующая патология, частота неблагоприятных исходов [24–26].

Заключение

Анализ новых литературных данных относительно генетических аспектов SARS-CoV-2 расширяет понимание патогенетических механизмов инфекции, которое поможет предотвратить развитие осложнений у бе-

ременных пациенток с подтвержденным диагнозом коронавирусной инфекции, и проложит путь к новым стратегиям терапии и профилактики в такой сложной группе больных. Эпидемиологические данные об особенностях течения инфекции SARS-CoV-2 при беременности свидетельствуют о минимизированном риске для матери и плода. Течение болезни после заражения вирусом у беременных женщин не отличается от тако-

вого у женщин аналогичных возрастных групп, однако врачам следует строго следить за биохимическими параметрами крови в целях недопущения развития тромбозов и вытекающих из него последствий. В связи с этим ведение беременных пациенток следует строго индивидуализировать на основе учета акушерских показаний и состояния здоровья беременной женщины и плода.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Yakutenko I. The virus that broke the planet. Why SARS-CoV-2 IS SO SPECIAL and what should we do with it / Irina Yakutenko. — Moscow: Alpina non-fiction, 2021. — 400 p
2. Dos Santos LA, de Góis Filho PG, Fantini Silva AM, et al. Recurrent COVID-19 including evidence of reinfection and enhanced severity in thirty Brazilian healthcare workers. *J Infect.* 2021;82(3):399–406. doi: 10.1016/j.jinf.2021.01.020
3. Drosten C., Gunther S., Preiser W. et al. Identification of a novel coronavirus in patients with severe acute respiratory syndrome // *N. Engl. J. Med.* — 2003. — Vol. 348. — P. 1967–1976.
4. Elshafeey F., Magdi R., Hindi N. et al., A systematic scoping review of COVID-19 during pregnancy and childbirth // *Int J. Gynaecol. Obstet.* — 2020. doi: 10.1002/ijgo.13182. [Epub ahead of print]
5. Goodnight W.H., Soper D.E. Pneumonia in pregnancy // *Crit. Care Med.* — 2005. — Vol. 33. — P. 390–397. DOI: 10.1097/01.ccm.0000182483.24836.66
6. Guo Y.R., Cao Q.D., Hong Z.S. et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak — an update on the status // *Mil. Med. Res.* — 2020. — Vol. 7. — P. 11. DOI:10.1186/s40779-020-00240-0
7. Hellewell J., Abbott S., Gimma A. et al. Centre for the Mathematical Modelling of Infectious Diseases C-WG, 2020.
8. Hui D.S., E I.A., Madani T.A. et al. The continuing 2019- nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health — The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China // *Int. J. Infect. Dis.* — 2020. — Vol. 91. — P. 264–266. DOI: 10.1016/j.ijid.2020.01.009
9. Jamieson D.J., Honein M.A., Rasmussen S.A. et al. Novel Influenza A (H1N1) Pregnancy Working Group. H1N1 2009 influenza virus infection during pregnancy in the USA // *Lancet.* — 2009. — Vol. 374. — P. 451–458. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61304-0
10. Jamieson D.J., Theiler R.N., Rasmussen S.A. Emerging infections and pregnancy // *Emerg. Infect. Dis.* — 2006. — Vol. 12. — P. 1638–1643. DOI: 10.3201/eid1211.060152
11. Khan S., Siddique R., Shereen M. et al. The emergence of a novel coronavirus (SARSCoV-2), their biology and therapeutic options // *J. Clin. Microbiol.* — 2020. [Epub ahead of print] DOI: 10.1128/JCM.00187-20
12. Ksiazek T.G., Erdman D., Goldsmith C.S. et al. SARS Working Group. A novel coronavirus associated with severe acute respiratory syndrome // *N. Engl. J. Med.* — 2003. — Vol. 348. — P. 1953–1966.
13. Li Q., Guan X., Wu P. et al. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia // *N. Engl. J. Med.* — 2020. — Vol. 382. — P. 1199–207.
14. Liu J., Zheng X., Tong Q. et al. Overlapping and discrete aspects of the pathology and pathogenesis of the emerging human pathogenic coronaviruses SARS-CoV, MERS-CoV, and 2019- nCoV // *J. Med. Virol.* — 2020. — Vol. 92. — P. 491–494. DOI: 10.1002/jmv.25709
15. Lu R., Zhao X., Li J. et al. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding // *Lancet.* — 2020. — Vol. 395. — P. 565–574. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30251-8
16. McCarthy KR, Rennick LJ, Nambulli S, et al. Recurrent deletions in the SARS-CoV-2 spike glycoprotein drive antibody escape. *Science.* 2021;371(6534):1139–1142. doi: 10.1126/science.abf6950
17. Monteleone P.A., Nakano M., Lazar V. et al. A review of initial data on pregnancy during the COVID-19 outbreak: implications for assisted reproductive treatments // *JBRA Assist. Reprod.* — 2020. — Vol.24 (2). — P. 219–225. doi: 10.5935/1518-0557.20200030.
18. Pisanti S, Deelen J, Gallina AM, et al. Correlation of the two most frequent HLA haplotypes in the Italian population to the differential regional incidence of Covid-19. *J Transl Med.* 2020;18(1):352. doi: 10.1186/s12967-020-02515-5
19. Rothe C., Schunk M., Sothmann P. et al. Transmission of 2019- nCoV Infection from an Asymptomatic Contact in Germany // *N. Engl. J. Med.* — 2020. — Vol. 382. — P. 970–971. DOI:10.1056/NEJMc2001468
20. Shkurnikov M, Nersisyan S, Jankevic T, et al. Association of HLA class I genotypes with severity of Coronavirus Disease-19. *Front Immunol.* 2021;12:641900. doi: 10.3389/fimmu.2021.641900
21. Sun P., Lu X., Xu C. et al. Understanding of COVID-19 based on current evidence // *J. Med. Virol.* — 2020. — [Epub ahead of print] DOI:10.1002/jmv.25722
22. WHO — World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report — 41. 2020a. Available at: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situationreports/20200301-sitrep-41-covid-19.pdf?sfvrsn=6768306d_2.
23. Wong S.F., Chow K.M., Leung T.N. et al. Pregnancy and perinatal outcomes of women with severe acute respiratory syndrome // *Am.J. Obstet. Gynecol.* — 2004. — Vol. 191. — P. 292–297. DOI: 10.1016/j.ajog.2003.11.019

24. Wu Z., McGoogan J.M. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention // JAMA. — 2020. — [Epub ahead of print] DOI: 10.1001/jama.2020.2648
25. Zaki A.M., van Boheemen S., Bestebroer T.M. et al. Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia // N. Engl. J. Med. — 2012. — Vol. 367. — P. 1814–1820.
26. Zhao S., Lin Q., Ran J. et al. Preliminary estimation of the basic reproduction number of novel coronavirus (2019-nCoV) in China, from 2019 to 2020: A data-driven analysis in the early phase of the outbreak // Int. J. Infect. Dis. — 2020. — Vol. 92. — P. 214–217.

© Стефанян Натэлла Амлетовна (nstefanyan@inbox.ru), Хашаева Тамара Хаджи-Мурадовна, Абусуева Зухра Абусуевна (zuhraabusueva@mail.ru), Мамаева Салидат Магдиевна (mamaeva.salidat@mail.ru), Меджидова Айшат Меджидовна (Asholya2012@yandex.ru), Закаригаева Разият Магомедэминовна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дагестанский государственный медицинский университет

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ ОТ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ В СВЯЗИ С БИОГЕОХИМИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

THE ROLE OF ECOLOGICAL AND BIOGEOCHEMICAL FACTORS OF THE CHUVASH REPUBLIC TERRITORY IN THE MALIGNANT NEOPLASMS DEVELOPMENT

**N. Tolmacheva
Z. Maslova
I. Kapitova
L. Romanova
I. Koltsova**

Summary. An integral mark of the epidemiological and environmental setback of the region is the state of health of the population. According to the data of the World Health Organization (WHO), it has been shown that oncological diseases still occupy a leading position in the general structure of morbidity and mortality among the main chronic noncontiguous diseases.

Over the past decade, there are an increase generally in both neoplasm's and the number of oncology cases — almost 1.4 times according to the statistics of the Ministry of Health of the Russian Federation [13,15]. A statistically unimpeachable increase in the number of patients suggests the solution of vital problems not only in the way of early diagnosis and treatment, but also in the study of potential factors that play an important role in the oncological diseases.

The article presents the results of a statistical analysis of the prevalence of oncological diseases associated with biogeochemical factors of individual territories of the Chuvash Republic using the method of a comprehensive study of the cause-and-effect link of the "health-disease" process [18–19].

Keywords: oncology, oncological diseases, subregions, biogeochemical factors, malignant neoplasms.

Толмачева Наталия Викентьевна

*Д.м.н., профессор, Чувашский государственный университет
natalia71annet@gmail.com*

Маслова Жанна Валентиновна

*К.б.н., доцент, Чувашский государственный университет
zh_maslova@mail.ru*

Капитова Ирина Николаевна

*К.м.н., доцент, Чувашский государственный университет
profmed-chgu@yandex.ru*

Романова Любовь Петровна

*К.б.н., доцент, Чувашский государственный университет
samung2008@yandex.ru*

Кольцова Ирина Владимировна

*Аспирант, Чувашский государственный университет
irka_vladi@vk.com*

Аннотация. Интегральным показателем эпидемиологического и экологического неблагополучия региона является состояние здоровья населения. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) показано, что онкологические заболевания по-прежнему занимают лидирующее положение в общей структуре заболеваемости и смертности населения среди основных хронических неинфекционных заболеваний.

За последние десятилетие произошел рост как новообразований в целом, так и число случаев онкологии — почти в 1,4 раза согласно статистическим данным МЗ РФ [13,15]. Статистически достоверное увеличение числа больных предполагает решение актуальных задач не только в аспекте ранней диагностики, лечения, но и в вопросах изучения потенциальных причинных факторов, играющих важную роль в возникновении онкологических заболеваний.

В статье представлены результаты статистического анализа частоты распространенности онкологических заболеваний в связи с биогеохимическими факторами отдельных территорий Чувашской Республики по методике комплексного изучения причинно-следственных связей процесса «здоровье-болезнь» [18–19].

Ключевые слова: онкология, онкологические заболевания, субрегионы, биогеохимические факторы, злокачественные новообразования.

Введение

Известно, что факторы риска онкологических заболеваний могут быть определены как совокупность воздействия комплекса различных факторов, включая биохимические, химические, физические, психосоциальные причины и ряд других [20]. Поэтому весьма важным фундаментальным направлением выступает также экологическая онкология, которая призвана изучать взаимодействия между абиотическими, биотическими и антропогенными агентами [1].

В научной литературе значительное количество работ посвящено изучению роли канцерогенности, ионизирующего излучения, вирусной этиологии, генетического агента в развитии онкологии. Однако остаются малоизученными проблемы сочетания онкологической заболеваемости населения, проживающего на территориях с определенными биогеохимическими факторами, характеризующимися неоптимальным содержанием и соотношением макро-и микроэлементов в пищевой биогеохимической цепи. Большинство из них обладают широким спектром действия и способны оказывать токсическое воздействие на организм приводя к различным мутациям [16, 18–19].

В последние десятилетия, несмотря на очевидные успехи в области диагностики, различных методов лечения, отмечается рост числа больных с онкопатологией. Так по данным Росстата, в Российской Федерации (РФ) в 2019 году имели диагноз «новообразования» более 1,74 млн. человек (или 1188,2 на 100 тыс. населения). Для сравнения в 2001 году граждан с новообразованиями в РФ проживало около 1,24 млн. человек. Также согласно официальным статистическим данным, в 2018 году примерно 1 человек из 235 имел злокачественное новообразование, а в 2001 году — 1 из 318 человек. По данным статических материалов Минздрава РФ [15] за последние годы увеличилась доля числа больных, состоящих на учете в онкологических организациях 5 лет и более: 49,5% (2000 г.), 50,4% (2005 г.), 51,0% (2010 г.), 52,9% (2015 г.), 53,9% (2017 г.), 54,4% (2018 г.), 55,3% (2019 г.), 56,6% (2020 г.). На сегодняшний день Вопросы изучения закономерностей развития и установления причинно-следственных связей с эколого-биогеохимическими факторами онкологических заболеваний являются актуальными и значимыми.

Цель исследования

Целью настоящей работы явилось выявить причинно-следственную связь между частотой распространения онкологических заболеваний и биогеохимическими факторами отдельных территорий Чувашской Республики за период 2009–2019 гг.

Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ с использованием данных Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ и Чувашской республики» за исследуемый период. Статистический анализ проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft / Inc., США). Для выявления связи между отдельными показателями применяли метод корреляционного анализа (достоверность при $p < 0,05$). В формировании статистически значимых взаимосвязей (уровень значимости- p) с показателями заболеваемости населения ЧР взяты абсолютные показатели заболеваемости и смертности населения Чувашской Республики по городским округам и муниципальным районам по классу новообразования [3–13].

Взаимосвязь распространенности злокачественных новообразований среди населения с биогеохимическими факторами территории Чувашской Республики использовался методика причинно-следственных связей «здоровье-болезнь», состоящий из девяти этапов. В основу нашего метода вошли два этапа, которые включали в себя исследование особенностей распространения заболевания на определенной территории и биогеохимическое районирование и эколого-биогеохимическое зонирование ограниченной территории в связи с территориальными особенностями распространения заболевания [18–19].

Результаты исследования и их обсуждение

По-прежнему, актуальна и значима проблема злокачественных новообразований среди населения Чувашской Республики (ЧР). Научный интерес к данной проблеме связан с постоянным ростом не только общей онкологической заболеваемости (2010–289,7; 2011–288,3; 2012–279,1; 2014–304,4 на 100 тыс. населения), но и по отдельным локализациям. Так, анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) за период с 2010 по 2014 гг. указывает на рост показателей среди населения по коже (2010–36,8; 2011–44,0; 2012–38,4; 2013–40,9; 2014–40,7). Отмечается увеличение заболеваемости за указанный период по ЗНО молочной железы (2010–63,6; 2011–54,3; 2012–57,6; 2013–63,4; 2014–56,7). Весьма напряженные данные заболеваемости ЗНО легких, желудка, прямой кишки. В целом заболеваемость ЗНО среди мужчин выше, чем среди женщин. Обращает внимание и динамический рост показателей распространенности, заболеваемости, смертности ЗНО по некоторым административно-территориальным районам республики [9]. Наиболее высокая заболеваемость (данные ежегод-

ных гос. докладов Минздрава ЧР, 2015 г.) ЗНО отмечается в Шумерлинском, Алатырском, Порецком районах (441,3; 436,7; 391,7 соответственно). Указанные районы занимают лидирующее положение также по показателям смертности ЗНО (Алатырский — 281,4; Шумерлинский — 211,9; Порецкий — 176,7) и распространенности (Алатырский — 2759,7; Шумерлинский — 2515,6; Порецкий — 2312,0).

Кроме того, необходимо отметить, что вопросы изучения злокачественных новообразований на территории ЧР связаны и с постоянным увеличением числа больных с первично-множественными злокачественными новообразованиями. Впервые научный интерес к проблеме первично-множественных новообразований в Чувашской Республике был актуализирован еще в прошлом столетии. Так, по данным Республиканского клинического онкологического диспансера, Министерства здравоохранения Чувашии за период 10 лет (1987–1996 гг.) было зарегистрировано 560 больных с первично-множественными злокачественными новообразованиями [16]. Ежегодно регистрировался рост числа больных с данной патологией. Были проведены научные исследования, указывающие на роль биогеохимических факторов территории ЧР в распространенности ЗНО. Установлено полное совпадение очагов сверхвысокой заболеваемости первично-множественными злокачественными новообразованиями в кремниевом (Присурском) субрегионе биосферы. Наиболее высокая распространенность была отмечена в 3 административных районах Чувашской Республики — Алатырском, Порецком и Шумерлинском. В данных районах показатели распространенности значительно превышали среднереспубликанские [16]. Научными исследованиями было подтверждено, что высокому распространению заболевания могут способствовать более высокие уровни содержания в питьевых водах кремния, фтора, сульфатов, марганца, железа, стронция. Была отмечена зависимость между показателями заболеваемости полинеоплазиями с макро- и микроэлементным составом почв. Установлено полное совпадение очагов сверхвысокой заболеваемости первично-множественными ЗНО в Присурском субрегионе [16].

Таким образом, проблема изучения закономерностей развития онкопатологии в ЧР имеет свои специфические особенности. Исходя из вышеизложенного, важно подчеркнуть, что по-прежнему немаловажное значение имеет определение роли биогеохимической зональности в изучении закономерностей распространения заболеваний и в целом показателей здоровья населения.

По-прежнему в отечественной и зарубежной литературе недостаточно данных, указывающих на законо-

мерности связи онкологических заболеваний с биогеохимическими особенностями территории проживания. Отдельные эпидемиологические и экспериментальные исследования показывают тесную корреляционную связь между геохимическими особенностями территории проживания населения и показателями распространенности онкологических заболеваний [2]. В данных исследованиях указывается на высокие коэффициенты корреляции между содержанием подвижных форм Se (растворимых в воде соединений) в почве и смертностью населения от рака желудка — 0,657 ($p < 0,01$), рака печени — 0,320 ($p < 0,05$), всех видов онкологических заболеваний — 0,317 ($p < 0,05$).

В наших исследованиях проведен анализ показателей заболеваемости и смертности среди населения от онкологических заболеваний на территории Чувашской Республики за период с 2009 по 2019 годы.

Средний показатель заболеваемости взрослого населения по всем административно-территориальным районам с учетом городов Чебоксары, Новочебоксарск, Канаш составил 41,7 случая. Среднереспубликанский показатель заболеваемости составил 279,07–348,74 на 100 тыс. населения. Показатели выше среднереспубликанских лежат в пределах 348,75–418,42. Данные ниже среднереспубликанских значений указывают на интервал 209,39–279,06. Минимальный показатель заболеваемости зафиксирован в 2012 году, максимальный — в 2017 году.

Сопоставление полученных данных с картой эколого-биогеохимического районирования ЧР показало, что в группу территорий со среднереспубликанскими значениями (279,07–348,74) вошли: Аликовский, Батыревский, Козловский, Комсомольский, Красноармейский, Красночетайский, Мариинско-Посадский, Урмарский, Шемуршинский, Ядринский, Янтиковский районы, города Чебоксары, Канаш. Высокие показатели заболеваемости отмечены в Порецком, Алатырском, Шумерлинском, Яльчикском районах. К относительно благополучным по заболеваемости районам с показателями ниже среднереспубликанских относятся Вурнарский, Ибресинский, Канашский, Моргаушский, Цивильский, Чебоксарский районы ЧР. Картограмма заболеваемости онкопатологии среди взрослого населения ЧР наглядно представлена на рис. 1.

Анализ показателей смертности среди взрослого населения показал, что средний показатель смертности по классу новообразования составил 19,1 случая. Среднереспубликанский показатель смертности за период 2009–2019 гг. составил 146,21–165,76 на 100 тыс. населения. Показатели выше среднереспубликанских лежат в пределах 165,77–185,32. Также были установ-

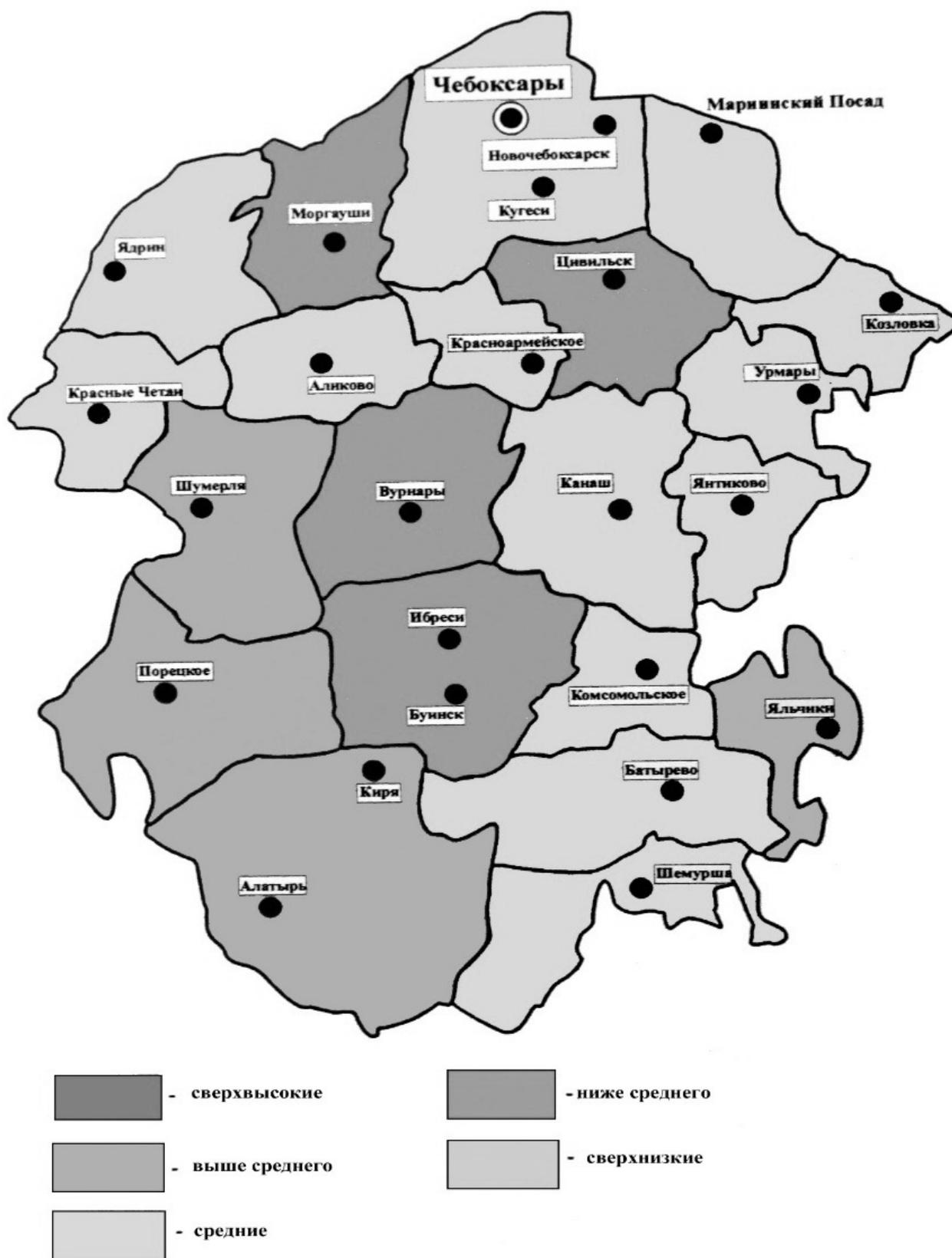


Рис. 1. Картограмма заболеваемости по классу злокачественные новообразования среди населения Чувашской Республики

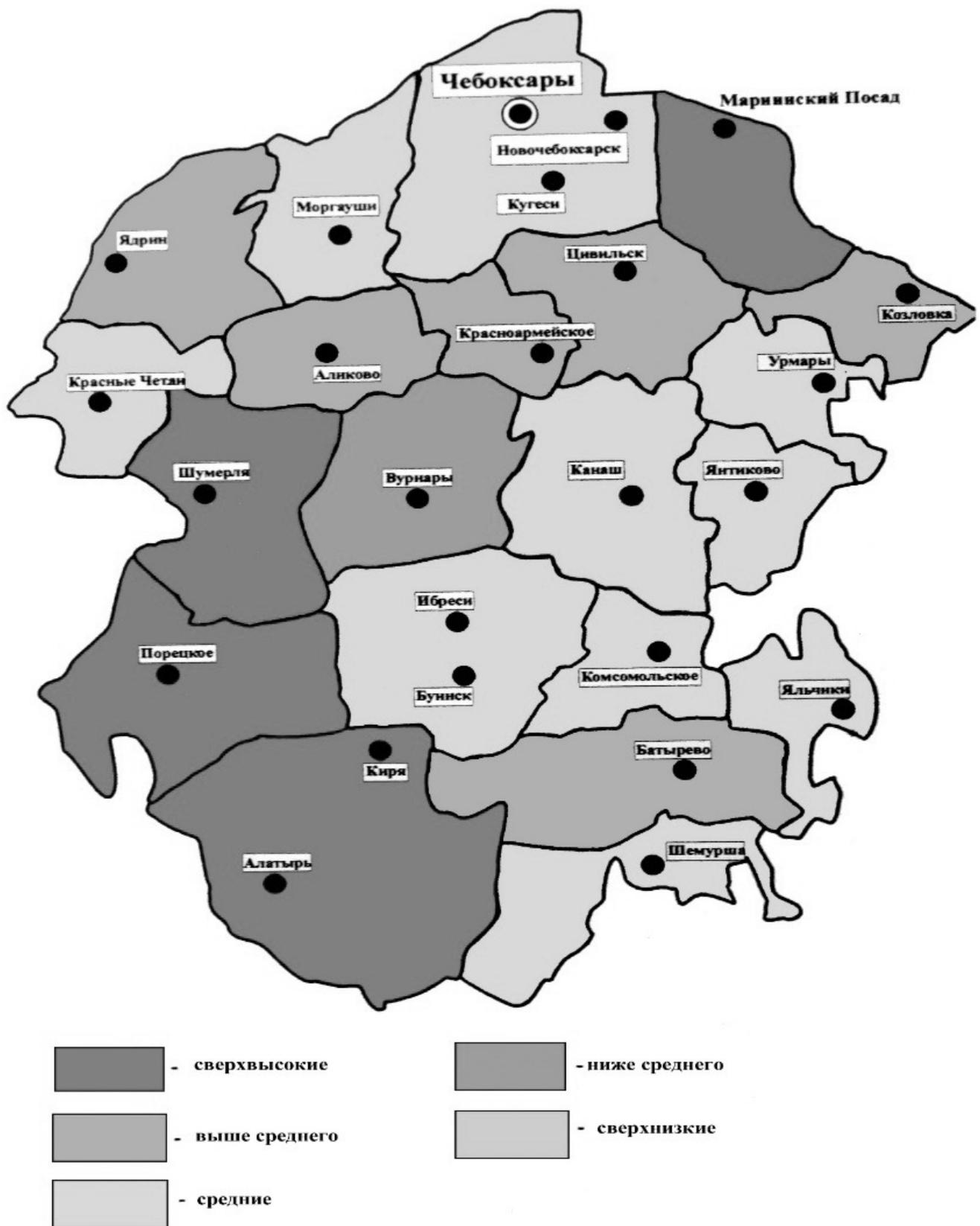


Рис. 2. Картограмма смертности по классу злокачественные новообразования среди населения Чувашской Республики

лены сверхвысокие показатели, значения которых соответствуют интервалу 182,33–224,44. Показатели смертности ниже среднереспубликанских значений соответствуют интервалу 126,65–146,20. Кроме того, при расчетах получены показатели смертности, входящие группу сверхнизких значений — 107,09–126,64. На этапе картографирования установлено, что в группу территорий со среднереспубликанскими показателями вошли: Ибресинский, Канашский, Комсомольский, Красночетайский, Моргаушский, Чебоксарский, Шемуршинский, Урмарский, Яльчикский, Янтиковский районы, города Чебоксары, Канаш. К районам со значениями выше среднереспубликанских относятся: Аликовский, Батыревский, Козловский, Красноармейский, Цивильский, Ядринский.

Значения ниже средних по республике установлены в Вурнарском районе республики. Кроме того, выделены территории со сверхвысокими значениями смертности. К ним относятся Порецкий, Алатырский, Шумерлинский, Мариинско-Посадский районы (рис. 2).

Сравнительные результаты наших исследований с данными эколого-биогеохимического районирования [17], проведенными ранее по изучению закономерностей распространения злокачественных новообразований среди населения ЧР свидетельствуют о неравномерном распределении показателей заболеваемости и смертности [16]. По-прежнему более высокие показатели заболеваемости, смертности по онкологическим заболеваниям регистрируются в районах, относящихся к Присурскому субрегиону республики (Порецкий, Алатырский, Шумерлинский). Ранее В.Л. Сусликовым на данной территории была выделена кремниевая биогеохимическая провинция, размещенная в зоне крупных кремниевых трепелов, содержащих до 75,5% двуокиси кремния. Кремнистые горны породы встречаются на всем протяжении реки Суры. Вследствие этого вода в Суре значительно обогащена растворенной кремнекислотой. Наличие в Присурском субрегионе открытых месторождений кремния, безусловно, отражается на циклах биогенной миграции микроэлементов, которые носят здесь специфический кремниевый характер [17–18]. Отмечено неблагоприятное аномальное, нерегулируемое содержание и соотношение макро- и микроэлементов во всех звеньях биогеохимической пищевой цепи [18]. Многолетними комплексными

исследованиями по изучению причинно-следственных связей некоторых хронических неинфекционных заболеваний среди населения, проживающего в условиях кремниевых субрегиона, была доказана «пусковая», причинная роль определенных аномальных соотношений макро- и микроэлементов в развитии изменений иммунного статуса, жирового, углеводного и микроэлементного обменов у практически здоровых жителей, проживающих в данном субрегионе [14, 18, 19]. Более низкие показатели смертности и заболеваемости определены в районах, относящихся по данным эколого-биогеохимического районирования к Прикубнине-цивильскому субрегиону, который характеризуется относительно благоприятными аномально-регулируемыми соотношениями макро- и микроэлементов. Низкие значения смертности установлены в районах, относящихся к биогеохимическим зонам ЧР с оптимальным содержанием и благоприятным соотношением макро- и микроэлементов [19].

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований установлено, что показатели смертности и заболеваемости среди населения ЧР характеризуются четкой биогеохимической зональностью, подтверждена биогеохимическая закономерность между изучаемыми показателями и геохимическими характеристиками территории. Полученные результаты полностью согласуются с ранее проведенными исследованиями [14, 19].

На сегодняшний день, очевидно, что проблема изучения онкопатологии среди населения определяется комплексом экзогенных и эндогенных факторов, определяющую роль среди которых играют биогеохимические факторы территории.

Наши исследования показали, что существует причинно-следственная связь между содержанием и соотношением макро- и микроэлементов в биогеохимической пищевой цепи и формированием определенных специфических обменных и иммунных реакций в организме жителей данных территорий.

Вышеизложенное дает основание полагать, что необходимо более глубокое детальное изучение данной актуальной проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Бяхов М.Ю., Клячкин Л.М., Токмалаев А.К., Щегольков А.М., Шендеров Б.А., Труханов А.И. Экологические проблемы эпидемиологии. М.: Изд-во «ПРОСВЕТИТЕЛЬ», 2003. С. 48–71. 2.
2. Голубкина Н.А., Щелкунов Л.Ф., Широков Д.В. Зоны экологического риска в Одесской области // Современные проблемы геохимической экологии болезней: Первый Международный симпозиум: Материалы и тезисы докладов. — Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2001. С. 61.

3. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2009 г. — Чебоксары, 2009. — 210 с.
4. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2010 г. — Чебоксары, 2010. — 215 с.
5. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2011 г. — Чебоксары, 2011. — 220 с.
6. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2012 г. — Чебоксары, 2012. — 225 с.
7. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2013 г. — Чебоксары, 2013. — 232 с.
8. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2014 г. — Чебоксары, 2014. — 216 с.
9. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2015 г. — Чебоксары, 2015. — 223 с.
10. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2016 г. — Чебоксары, 2016. — 231 с.
11. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2017 г. — Чебоксары, 2017. — 230 с.
12. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2018 г. — Чебоксары, 2018. — 228 с.
13. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Чувашской Республике в 2019 г. — Чебоксары, 2019. — 236 с.
14. Маслова Ж.В. Физиолого-гигиеническое обоснование причинно-следственных связей артериальной гипертензии с биогеохимическими факторами: автореф. дис. канд. биол. наук. — Чебоксары, 2008. — 19 с.
15. Социально-значимые заболевания населения в России в 2020 году: статистические материалы. М.: ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава РФ, 2021. — 77 с.
16. Сусликов В.Л., Долгов И.Ю. Эколого-биогеохимические факторы в развитии первично-множественных злокачественных новообразований на территории Чувашской Республики // Современные проблемы геохимической экологии болезней: Первый Международный симпозиум: Материалы и тезисы докладов. — Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2001. С. 35–36.
17. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней: в 4 т. Т. 3: Атомовитозы / В.Л. Сусликов. М.: Гелиос АРВ, 2002.
18. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней: в 4 т. Т. 4: Атеросклероз / В.Л. Сусликов. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2011.
19. Толмачева Н.В. Эколого-физиологическое обоснование оптимальности макро- и микроэлементов / Н.В. Толмачева. — Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2011. — 182 с.
20. Callahan MA, Sexton K. If cumulative risk assessment is the answer, what is the question? Environ Health Perspect. 2007; 115(5):799–806.

© Толмачева Наталия Викентьевна (natalia71annet@gmail.com), Маслова Жанна Валентиновна (zh_maslova@mail.ru),

Капитова Ирина Николаевна (profmed-chgu@yandex.ru), Романова Любовь Петровна (samung2008@yandex.ru),

Кольцова Ирина Владимировна (irka_vladi@vk.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВАКЦИНАЦИЯ ПРОТИВ НРV, КАК ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ СНИЖЕНИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ ВИРУС ПАПИЛЛОМА ИНДУЦИРОВАННЫМ РАКОМ ДЛЯ БУДУЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

VACCINATION AGAINST HPV AS A FUNDAMENTAL MECHANISM FOR REDUCING PAPILLOMA VIRUS INDUCED CANCER MORBIDITY AND MORTALITY FOR THE FUTURE GENERATION UNDER MODERN CONDITIONS

**A. Chernobrovkina
L. Ashrafyan
N. Bashketova**

Summary. The brilliant German scientist Harold zur Hausen, being an obstetrician-gynecologist, microbiologist and immunologist, devoted his entire exploratory scientific life to the identification of diseases caused by various viruses. Throughout his professional life, the scientist worked to prove the hypothesis that cancers can be caused by viruses. Proving one after another the involvement of viruses, such as the DNA of the Epstein-Barr virus, adenoviruses, human papillomaviruses. Harold and his team isolated human papillomavirus type 16 (HPV-16) in 1983 and type 18 (HPV-18) in 1984. For his experiments with the search for viruses in cancer cells, Harold zur Hausen used the technique of in situ hybridization of viral DNA using a HeLa cervical tumor cell culture stored at Johns Hopkins University. HeLa cell culture — named after the first letters of the name and surname of a 31-year-old dark-skinned patient with many children, Henrietta Lacks, who died of cervical cancer and human papillomavirus type 16 was isolated from a culture of dividing cells obtained by biopsy. The viral DNA found by him in tumor cells, the expression of viral genes in tumor cells, as well as epidemiological data, made it possible to state with a high degree of probability that it is the virus that acts as an etiological factor in the development of a tumor.

Keywords: vaccination of children, human papillomavirus, cervical cancer, oncological diseases.

Чернобровкина Алла Евгеньевна

К.м.н., ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. академика А.М. Гранова» Минздрава России; Докторант, ФГБОУВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
morreliah@rambler.ru

Ашрафян Лев Андреевич

Доктор медицинских наук, профессор, Академик РАН, Заслуженный врач РФ, Заместитель директора, ФГБУ НМИЦ АГП ИМ. В.И. Кулакова
Levaa2004@yahoo.com

Башкетова Наталия Семёновна

Главный государственный санитарный врач по городу Санкт-Петербургу, Руководитель, Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Санкт-Петербургу

Аннотация. Гениальный немецкий ученый Гарольда цур Хаузен, будучи акушером-гинекологом, микробиологом и иммунологом посвятил всю свою изыскательскую научную жизнь выявлению заболеваний, вызываемых различными вирусами. Всю свою профессиональную жизнь ученый работал над доказательством гипотезы о том, что онкологические заболевания могут быть вызваны вирусами. Доказывая одним за другим исследованием о причастности вирусов, таких как ДНК вируса Эпштейна-Барра, аденовирусов, вирусов папилломы человека. Гарольд и его команда в 1983 году выделили тип 16 вируса папилломы человека (ВПЧ-16), а в 1984 году тип 18 (ВПЧ-18). Для своих экспериментов с поиском вирусов в раковых клетках Гарольд цур Хаузен использовал технику гибридизации вирусной ДНК in situ, используя культуру клеток опухоли шейки матки HeLa, хранящаяся в Университете Джона Хопкинса. Культура клеток HeLa — названная по первым буквам имени и фамилии темнокожей многодетной пациентки Генриетты Лакс 31 года, которая умерла от рака шейки матки и из культуры делящихся клеток, полученной при биопсии были выделены вирус папилломы человека 16 тип. Обнаруженные им в опухолевых клетках вирусной ДНК, экспрессии вирусных генов в опухолевых клетках, а также эпидемиологические данные позволили с высокой долей вероятности утверждать, что именно вирус выступает в роли этиологического фактора развития опухоли.

«Где господствует дух науки,
там творится великое и малыми
средствами»

Н.И. Пирогов

Исследования Гарольда цур Хаузен в области ВПЧ-инфекции легли в основу понимания механизмов канцерогенеза, индуцированного вирусом папилломы, за что ученому в 2008 году была присуждена Нобелевская премия в области физиологии и медицины с формулировкой «За открытие вируса папилломы человека как причины цервикального рака».

С этого момента начинается «эра борьбы» с вирусом папилломы человека.

Что такое вирус папилломы человека?

Вирусами папилломы человека заражено 50–80% населения земли. HPV (Human Papilloma Virus — наиболее распространенная инфекция, передаваемая половым путем [3, с. 12].

Семейство *Papillomaviridae* — вирус папилломы человека, разделены по принципу нуклеотидных последовательностей на 5 родов обозначаемых греческими α , β , γ , μ , ν буквами (*Alphapapillomavirus*, *Betapapillomavirus*, *Gammapapillomavirus*, *Mupapillomavirus* и *Nupapillomavirus*), 27 видов, около 600 типов (штамов) [1, с. 15]. Для клиницистов важно знание рода HPV, чтобы понять этиологию определенной нозологии рака. Род α поражает слизистые аноурогенитальной области, род β и γ тропны к ороговевающему эпителию.

Механизмы передачи: контактный, вертикальный, т.е. от матери к плоду во время прохождения им родовых путей. Пути передачи: половой, контактно — бытовой, транс плацентарный с высокой степенью контагиозности 78–85% [2, с. 1037].

Существуют несколько классификаций вирусов папилломы человека, но для клиницистов наиболее значимой и понятной для пациентов является та, которая подразделяет вирусы на их способности индуцировать неопластические процессы. Таким образом, согласно этой классификации, выделяют типы высокого онкогенного риска, среднего и низкого онкогенного риска.

Ключевые слова: вакцинация детей, вирус папилломы человека, рак шейки матки, онкологические заболевания.



Гарольда цур Хаузен

Структура и жизненный цикл HPV

Геном вируса представлен кольцевой двуспиральной ДНК небольшой протяженностью всего 8000 нуклеотидных пар. Покрывающий молекулу белковый капсид имеет три зоны протеинов класса L, которые различаются по функциональной активности. Ранняя зона — E (early), где находятся кодирующие шесть «ранних» белков: E1, E2, E4, E5, E6, E7, которые участвуют в репликации вирусной ДНК и формировании вирионов в инфицированных клетках эпителия. Поздняя — L (late) и регуляторная область — URR (Upstream Regulatory Region). Вирус является строго эпителиотропным, так как сначала поражает базальный слой эпителия кожи и слизистых оболочек, где происходит репликация ДНК HPV. Жизненный цикл HPV связан с дифференциацией эпителиальных клеток. В клетках других слоев вирусные частицы лишь персистируют. Стандартный механизм инфицирования ВПЧ происходит схематично выглядит так: вирус проникает через микротрещину слизистой оболочки, поражает клетки базального слоя эпителия, что приводит к локальной экспансии инфицированных клеток. При интеграции в клеточный геном

происходит размыкание кольца молекулы ДНК в области E1-E2. Как следствие разрыва — исчезновение супрессорной функции и суперэкспрессия вирусных онкогенов E6 и E7. Структурные протеины E6 и E7, определяют онкогенные свойства вируса, инактивирующие белки-супрессоры опухолевого роста p53 и pRb, что приводит к нарушению нормального жизненного цикла клетки, предотвращению апоптоза и в дальнейшем приводит к развитию неоплазии.

Оставшаяся цепочка ДНК вируса прикрепляется к ДНК самой клетки «хозяина» и фактически становится частью ее генома.

Второй этап экспансии вирусной инфекции происходит в шиповатом слое, в тоже время вирус сталкивается с иммунным ответом именно в этом слое. Экспрессия поздних генов L1 и L2, которые отвечают за сборку капсида, наступает уже в верхнем рогом слое. С началом их генерации начинается активная сборка зрелых вирусных частиц и соответственно их выделение из клеток на поверхность слизистой. Вирус способен существовать в свободной форме — эписомальной, и интегрированной форме, это когда вирусная ДНК включена в ядерный материал клетки «хозяина». Только интегрированная форма ВПЧ способна к злокачественной трансформации.

В норме ВПЧ инфекция находится под контролем клеточного и гуморального иммунитета. Отсутствие циркуляции вируса в крови, а изолированное накопление в эпителиальных клетках обеспечивает своего рода защиту для вируса.

Клинические проявления

Очень часто пациенты не предъявляют никаких жалоб, и в 90% случаев заражения HPV не влечет каких-либо клинических проявлений, человек является просто носителем вируса, при этом способен его выделять и быть заразным. У вирусов широкий спектр поражения — это эпителий кожи и слизистых аноурогенитальной области, прямой кишки, конъюнктив глаз, верхних дыхательных путей, полость рта и глотки, пищевода, гортани. У женщин при осмотре у гинеколога могут быть обнаружены бессимптомные остроконечные кондиломы вульвы, влагалища и/или шейки матки, уретры.

HPV 6 и 11 типов вызывают аноурогенитальные бородавки, которые могут путать с геморроидальными узлами и полипами анальной области. HPV с 1 по 4 типов, отвечают за образование папиллом на подошвах ног и напоминают мозоль. ВПЧ 10,28, 49 типов приводят к образованию плоских бородавок, а 27 типа

к обычным бородавкам. Наибольшую опасность представляют высоко онкогенные типы HPV. Самые опасные онкогенные типы — это 16, 18, 30, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59 их называют HPV высокого онкогенного риска. Уже достоверно, установлено, что 8 типов HPV высокого онкогенного риска: 16, 18, 45, 31, 33, 52, 58, 35, обуславливают возникновение 90% случаев рака шейки матки (РШМ), при этом более 80% случаев РШМ и 100% цервикальных интраэпителиальных неоплазий (CIN) обусловлены ВПЧ 16 и 18 типов, которые имеют самый высокий канцерогенный потенциал. Эти данные были использованы при разработке вакцин для профилактики папиллома вирусной инфекции ассоциированных с этой инфекцией заболеваний. HPV 16 типа имеет близкородственные генотипы: 31, 33, 35, 52, 58, 67. Генотип 18 также имеет близкородственные генотипы: 39, 45, 59, 68, 70, 85. Эти данные необходимо учитывать при изучении этиологической структуры циркулирующих типов HPV высокого онкогенного риска и определении перекрестного иммунитета после вакцинации против ВПЧ-инфекции [7, с. 14].

Эпидемиология

Ущерб, наносимый вирусом папилломы человека здоровью людей во всём мире, весьма значителен. Более 5% всех зарегистрированных случаев рака в мире вызывается онкогенными вирусами папилломы человека. Папиллома вирус находят у 99% у женщин с морфологически подтверждённым диагнозом рака шейки матки, рак анального канала более — 80%, рак влагалища — более 80%, рак ротоглотки более 50%, рак полового члена — 50% [4, с. 67]. Мы можем предположить, что HPV хоть и обнаруживается у пациентов с указанными нозологиями рака, но HPV является главенствующей, но не единственной и основной причиной рака как при раке шейки матки.

Во всем мире и Российской Федерации РШМ относится к социально значимым заболеваниям. В 2019 году в РФ было зарегистрировано более 17503 [8] новых случаев, в США более 14480 случаев, заболевания. В 2019 г в России погибли от рака шейки матки 6389 женщин, в США — 4290 женщин. Заболеваемость имеет тенденцию к росту: в период 2009–2019 гг. показатели заболеваемости увеличились от 17,8 до 22,5 на 100 тыс. женского населения. За 10 лет прирост составил 24,5% среднегодовой темп прироста 2,5%.

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области показатели заболеваемости РШМ несколько ниже, однако, также имеет место тенденция к росту. Неблагоприятным признаком, характеризующим социальное значение РШМ, является рост заболеваемости среди женщин репродуктивного возраста.



Рис. 1

В целом по РФ за период 15 лет уровень заболеваемости РШМ женщин в возрасте 20–29 лет увеличился в 1,5 раза, 30–39 лет — 2,1 раза, 40–49 лет — 1,5 раза. Социальное значение РШМ характеризуют также показатели смертности и летальности в течение года от момента установления диагноза. Показатель одно-годовой летальности в целом по стране улучшается, в 2019 г. он составил 14% (2012 г.— 17,0%), однако в ряде регионов этот показатель имеет тенденцию к росту, в Ленинградской области в 2012 и 2019 гг. показатели составили 12,2 и 15,1% соответственно. Одной из причин высоких показателей летальности в течение года от момента установления диагноза РШМ является высокий процент выявления больных в III–IV стадиях опухолевого процесса, 32% по Санкт-Петербургу, 38% по Ленинградской области.

Учитывая ужасающую тенденцию по приросту заболеваемости, смертности от данной нозологии клиницисты и организаторы здравоохранения должны приложить максимально усилия на первичную профилактику РШМ, а именно вакцинацию против HPV, где в рамках государственных программ можно добиться убедительных и существенных результатов, о чем доказывает опыт других стран.

По данным формы 5 Государственного статистического наблюдения за 2020 г., в РФ из 85 регионов проводили вакцинацию против ВПЧ в 58 субъектах (68%). Наиболее активно вакцинация осуществлялась в Санкт-Петербурге, Московской области, Москве, Свердловской области, Новосибирской. Активная популяризация происходит в Оренбургской области, республиках Саха, Красноярском и Алтайском Крае. Однако показатели охвата прививками на большинстве территорий оказались крайне низкими.

В 2020 году по Северо-Западному Федеральному округу (СЗФО) было зарегистрировано 284 случаев HPV, что соответствует заболеваемости 10,7 на 100000 детского населения. Вместе с тем, несмотря на абсолютные низкие значения показателей, темп роста числа зарегистрированных возрастает. Так, в 2019 году таких случаев в СЗФО было зарегистрировано 183, что соответствует росту показателя в 2020 году 55,2%.

Вероятно, низкие показатели выявления носительства HPV среди подростков не отражают истинную картину, а обусловлены недостаточной активностью при диагностике, в частности настороженностью врачей

к выявлению HPV, их профилактической нацеленностью на определение факторов риска развития злокачественных новообразований, в том числе на фоне сформированных предракowych состояний.

На фоне низкого уровня регистрируемой медицинскими организациями СЗФО распространенности носительства HPV, а также на фоне отсутствия федеральных государственных программ по проведению вакцинопрофилактики этого вируса, следует отметить, что темпы соответствующей вакцинации значительно возросли в последние годы. С 2018 по 2020 год показатель роста по охвату вакцинацией составил 187,6%.

Однако, указать, что количество привитых в округе от ВПЧ является достаточным, не представляется возможным: в 2018 году в регионах СЗФО было привито всего 580 девочек, в 2019 году — 674 девочек, в 2020 году — 1668 девочек. При этом среди всех регионов СЗФО наиболее значительная доля вакцинированных, 90,1%, в 2020 году приходилась всего на три региона: Санкт-Петербург — 65,5%, 1093 вакцинированных, Республика Карелия — 15,4%, 257 вакцинированных девочек и Республика Коми — 9,1%, 153 вакцинированных девочек. Количество проведенных от ВПЧ вакцинаций в иных регионах СЗФО при этом оставалось крайне малым.

Мировой опыт борьбы с HPV

В 2010 году появились первые лицензированные вакцины против HPV с доказанной безопасностью и высокой иммуногенностью, которые более чем в 70% — 95% случаев позволяют предотвратить инфекцию вирусами ВПЧ-16 и ВПЧ-18. Безопасность вакцины против HPV не вызывает сомнения, так как содержит только пустую оболочку вируса, и не содержит генетического материала (ДНК) вируса, т е при вакцинации не существует возможности заражения вирусом папилломы HPV. Вакцина для профилактики HPV индуцируют образование нейтрализующих антител, которые присоединяясь, к капсиду HPV и блокируют вириона в клетку хозяина (ВОЗ 2006 г.)

Процесс вакцинации детей в возрасте от 9 до 12 лет против вируса папилломы стал рутинной, и вошел с 2010 года в календарь обязательной вакцинации детей во многих европейских странах, включая Австралию, Бельгию, Канаду, Германию, Японию, Бразилию, Новую Зеландию, Норвегию, Швецию, Испанию, Швейцарию, Британию и США. По данным Всемирного банка о численности населения (World Bank definitions) представил данные, что вакцинированные дети в возрасте 10–20 лет составляли 1,1% в 84 странах, а к октябрю 2016 года этот процент составил более 40% благода-

ря реализации национальных программ против HPV. В это же время было отмечено, более 2/3 случаев (70%) возникновения новых случаев рака шейки матки были зарегистрированы в странах, где не было национальной программы вакцинации.

Появление новых лицензированных вакцин в период 2015–2016 годы задало новый темп для внедрения вакцинации против HPV на национальном уровне во многих странах.

Вакцины, лицензированные в Европейских странах это: Cervarix, Gardasil-4, Gardasil-9. По имеющимся данным за 2019 год, вакцина Gardasil-4 снижает риск развития рака шейки матки приблизительно на 70%, рак влагалища — на 96%, рак полового члена — 99%, рак прямой кишки и анальной зоны — на 77%. По предварительным прогностическим данным вакцина Gardasil-9, обладающая большим действием «перекрытия» онкогенных видов HPV снизит заболеваемость раком шейки матки на 90%.

За последние 15 лет более 80 стран в мире внедрили национальные программы вакцинации против HPV, к ним относятся страны с высоким и средним уровнем доходов.

На сегодняшний день в 2020 году 40 миллионов девочек вакцинировано при поддержке фонда Gavi (аббр. от англ. Global Alliance for Vaccines and Immunisation — глобальный альянс по вакцинам и иммунизации) по всему миру.

Серьезным остается тот момент, что в странах с доходом ниже среднего и низким доходом, где потребность крайне велика, из-за высокой заболеваемости на сегодняшний день доступность вакцинации без национальной программы стала невозможной.

Вакцинация предположительно является эффективной на 15 лет. Исследования доказывают, что у женщин, прошедших вакцинацию 15 лет назад, все еще наблюдается уровень антител, защищающий от вируса. Специалисты предвещают, что вакцина обеспечит защиту еще на долгие годы; возможно, и на всю жизнь.

Вакцинация против вируса папилломы важна для предотвращения раковых заболеваний. Видя, какими темпами, происходит внедрение вакцинации против HPV в регионах, становится понятным какие декларативные меры необходимо предпринять в реализации данного направления профилактики рака, вызываемого ВПЧ.

Внесение в календарь обязательной вакцинации, разработка программы массовой вакцинации против HPV, информационная работа со специалистами и на-

селением по данному направлению должна стать в ближайшие годы, как инструмент к снижению заболеваемости и смертности от нозологий рака, вызываемых ВПЧ.

Заключение

Убедительные результаты снижения смертности от рака, вызванного HPV, могут служить аргументом о включении вакцинации против HPV в календарь постоянных прививок.

Необходима государственная гарантия для поддержания программы вакцинации. В долгосрочной перспективе необходима работа по обеспечению устойчивой структуры финансирования государства, возможно при участии международной финансовой поддержки, благотворительных фондов, а также укрепления системы здравоохранения по этому вопросу и программ иммунизации.

На сегодняшний день проводятся рандомизированные контролируемые исследования для оценки имму-

ногенности и эффективности от одной дозы вакцины и в случае успеха, это послужит большим клиническим успехом в продвижении данного вида вакцинации (5,6).

При использовании 1 дозы вакцины экономическая и организационная выгода очевидна и снизится за счет доказанной эффективности даже однократного введения и как следствие удешевит логистику и организацию введения однократной вакцины. Станет простым механизмом иммунизации конкретно в определенные школьные дни, «дни здоровья», например, или расширить школьные возрастные категории.

В краткосрочной перспективе, если доступность одной дозы вакцины против HPV станет доступна в РФ, то это существенно решит некоторые препятствия, такие как страх родителей перед вакцинацией детей, низкая информированность, стоимость вакцины. Режим введения однократной вакцины должен помочь преодолеть ряд препятствий в настоящее время в РФ и ускорить темпы внедрения на национальном уровне в паспорт иммунизации подростков.

ЛИТЕРАТУРА

1. The human papillomavirus oncoproteins: a review of the host pathways targeted on the road to transformation / A.J. Scarth, M.R. Patterson, E.L. Morgan et al. // *J Gen Virol.* 2021. Vol. 102. № 3. P. 1–28.
2. Molecular mechanisms underlying increased radiosensitivity in human papillomavirus — associated oropharyngeal squamous cell carcinoma / H. Wang, B. Wang, J. Wei et al. // *Int J Biol Sci.* 2020. № 16. P. 1035–1043.
3. Sande M. Human papillomavirus vaccinations matter! / M. Sande, M. Loeff // *Lancet Infect Dis.* 2021. № 21. P. 1341–1342.
4. McMullen C. Evolving role of human papillomavirus as a clinically significant biomarker in head and neck squamous cell carcinoma / C. McMullen, C. Chung, J. Hernandez-Prera // *Expert Rev Mol Diagn.* 2019. № 19. P. 63–70.
5. ClinicalTrials.gov. A dose reduction immunobridging and safety study of two HPV vaccines in Tanzanian girls (DoRIS); 2017.
6. World Health Organization. Africa Vaccination Week; 2017. <<http://www.african-vaccination-week.afro.who.int/en/>> [accessed 31 July].
7. HPV Vaccine Promotion: The church as an agent of change / A. Lahijani, A. King, M. Gullatte et al. // *Soc Sci Med.* 2021. № 268. P. 1–19.
8. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. Состояние онкологической помощи населению России в 2020 году. — М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2021. — 239 с.

© Чернобровкина Алла Евгеньевна (morreliah@rambler.ru),

Ашрафян Лев Андреевич (Levaa2004@yahoo.com), Башкетова Наталия Семёновна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РЕПРОДУКЦИИ ФОРМЫ ЗУБНЫХ ДУГ

PECULIARITIES OF THE CONSTRUCTION OF THE REPRODUCTION OF THE FORM OF DENTAL ARCHES

T. Shishko
M. Puzdyreva
M. Rozhkova
S. Fischev
A. Lepilin
A. Klimov
A. Sevastyanov
N. Vasilyeva

Summary. At the present time the influence of individual features of dentoalveolar system and their proportionality to dental arches on the stability of treatment results in orthodontics and prosthetic dentistry clinic, in particular in treatment of anomalous forms of dental arches, remains insufficiently studied.

Keywords: orthodontics, bite anomalies, dental arches, dental arch shape reproduction.

Шишко Татьяна Владимировна

Ассистент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
tat-sh04@rambler.ru

Пуздырева Маргарита Николаевна

К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
seven-spb@yandex.ru

Рожкова Мария Геннадьевна

Ассистент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
rozmaria2010@yandex.ru

Фищев Сергей Борисович

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
super.kant@yandex.ru

Лепилин Александр Викторович

Д.м.н., профессор, Саратовский государственный
медицинский университет имени В.И. Разумовского
Министерства здравоохранения РФ
lepilins@mail.ru

Климов Андрей Геннадьевич

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
pstom4@zdrav.spb.ru

Севастьянов Аркадий Владимирович

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
ardy.dkr@mail.ru

Васильева Нелли Александровна

Ассистент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
vas.nell@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время недостаточно изученным остаётся: влияние индивидуальных особенностей зубочелюстной системы и их соразмерность зубным дугам на стабильность результатов лечения в клинике ортодонтии и протетической стоматологии, в частности при лечении аномальных форм дентальных арок.

Ключевые слова: ортодонтия, аномалии прикуса, зубные дуги, репродукция формы зубных дуг.

В настоящее время недостаточно изученным остаётся: влияние индивидуальных особенностей зубочелюстной системы и их соразмерность зубным дугам на стабильность результатов лечения в клинике ортодонтии и протетической стоматологии, в частности при лечении аномальных форм дентальных арок [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Недостаточно внимания уделено исследованиям переднего сегмента зубных дуг с учётом геометрии круга и расчёте основных параметров, по отношению к стабильным величинам, к которым относят медиально-дистальные размеры коронок передних зубов.

Несмотря на то, что предложено множество современных методов графических репродукций зубных дуг, практически нет сведений о рекомендациях по их применению с учетом типов зубных дуг [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Необходимо совершенствование методов графического построения дуг при аномалиях их формы и размера с учетом индивидуальных особенностей прогнозируемых зубных дуг. Решение данных вопросов на основании изучения индивидуальных особенностей строения краниофациального комплекса определило цель проводимого исследования и позволило сформулировать основные задачи для её выполнения [15, 16, 17].

Цель исследования

Повышение эффективности диагностики и аномалий прикуса у пациентов за счет оптимизации методов математически-графической репродукции формы зубных дуг с учетом индивидуальных особенностей челюстно-лицевой области.

Материал и методы исследования

Проведено обследование 185 человек в возрасте 21–35 лет, которые были распределены на 2 группы. В первую группу входили 132 пациента с физиологическими видами прикуса (группа сравнения), во второй (основной) группе было 53 человек с аномалиями формы и размеров зубных дуг. В каждой группе было выделено по 3 подгруппы с учетом трузионного типа зубных дуг. В 1 подгруппе были пациенты с мезотрузионным типом, во 2 подгруппе — с ретрузионным типом, а в 3 подгруппе определялся протрузионный тип дентальных дуг. Количество пациентов представлено в таблице 1.

Пациентов не распределяли по половому признаку, так как при предварительном исследовании нами

не отмечены признаки полового диморфизма относительно трузионных типов зубных дуг.

Кроме общепринятых методов исследования в клинике стоматологии, регламентированных основными протоколами лечения пациентов с основными стоматологическими заболеваниями и подробно изложенными в клинических рекомендациях, нами были предложены собственные методы, позволяющие оценить стоматологический статус, определить методы лечения и оценить его эффективность.

К основным методам биометрического исследования гипсовых моделей челюстей относят измерения зубов в различных направлениях (однотометрические или дентальные показатели), определение параметров зубных дуг (линейных и угловых) по сагиттали, трансверсали и диагонали.

Хрестоматийным методом графического построения зубной дуги является методика Хаулея-Герберера-Гербста (Howley-Herber-Herbst), основанная на размерах передних зубов.

Сумма ширины коронок медиального, латерального резцов и клыка одной из сторон в предложенной методике является радиусом малого круга и определяет расположение передних зубов (рис. 1)

Этим же радиусом из центральной точки дуги по обе стороны откладывались отрезки (AC и AD), определяющие положение дистальных поверхностей клыков. Построение дуги осуществлялось по общепринятой методике.

Графическую репродукцию сопоставляли с гипсовой моделью зубной дуги и определяли их соответствие друг другу.

Учитывая мнения специалистов о погрешностях построения дуги и об особенностях переднего отдела при различных вариантах дуг физиологической окклюзии, при которых размеры зубов не влияют на параметры переднего отдела зубной дуги, в нашем исследовании, так же применяли методику Ярадайкиной М.Н. (2012) в которой радиусом окружности являлась разница между шириной и глубиной переднего отдела дуги. При этом размеры определяли между точками, расположенными на дистальной поверхности клыков (рис. 2).

После построения радиуса на продолжении диаметра откладывали глубину зубной дуги (AE) и ширину дуги (KL). На этом же диаметре откладывали расстояние AT, соответствующее ширине дуги между молярами. От середины линий SK и DL строили перпендикуляр

Таблица 1. Распределение пациентов для сравнительного анализа эффективности лечения.

| Группа исследования | Количественный состав подгрупп: | | | Всего |
|---------------------|---------------------------------|--------|---------|-------|
| | первой | второй | третьей | |
| Основная | 21 | 14 | 18 | 53 |
| Сравнения | 51 | 36 | 45 | 132 |
| Всего | 72 | 50 | 63 | 185 |

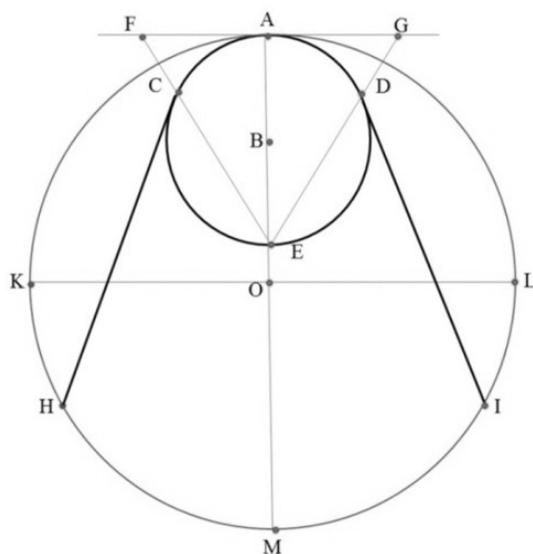


Рис. 1. Дуга Хаулея-Гербера-Гербста (Howley-Herber-Herbst)

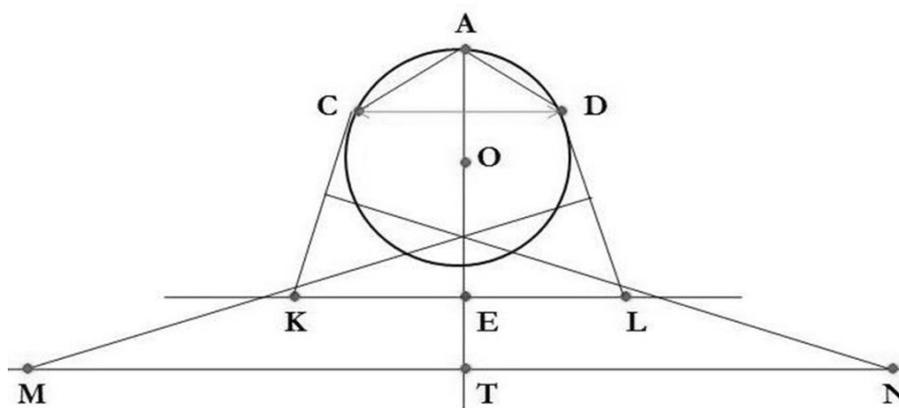


Рис. 2. Графическая репродукция по методу Ярадайкиной М.Н.

до пересечения с горизонтальной линией. Место пересечения обозначали литерами М и N. Радиусами NC и MD проводили построение боковых участков дуги.

Учитывая сложность измерения глубины и ширины аномальных зубных ароч, в настоящем исследовании

использовали метод графической репродукции зубной арки по Ведешиной Э.Г. (2016).

За основу построения была взята формула Гюйгенса, которая показывала взаимосвязь высоты сегмента от длины дуги и хорды:

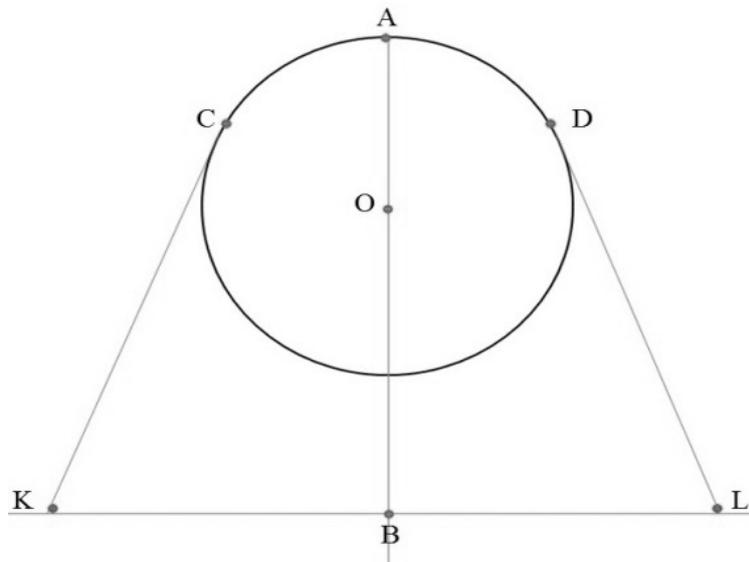


Рис. 3. Диаграмма планируемой индивидуальной формы зубной дуги с учетом математического моделирования окружности для размещения передних зубов (CAD) и нанесения основных линейных параметров

$$64 H^2 = 9 L^2 + 6 LX - 15 X^2,$$

где H — высота сегмента, L — длина дуги, а X — длина хорды. В соответствии с указанной формулой, сагиталь (глубины) сегмента переднего отдела арки, рекомендовано рассчитывать по формуле:

$$D_{1-3} = \sqrt{[(9 \cdot L^2) + (6 \cdot L \cdot W_{3-3}/2) - (15 \cdot W_{3-3}^2/2)] / 64}$$

При этом длина дуги (L) коррелировала с размерами передних зубов, на что обращал внимание Хаулей, а ширина дуги (W_{3-3}) измерялась между клыками. Диаметр (радиус) окружности, на которой располагались передние зубы, рекомендуем рассчитывать математически.

Одним из методов расчета диаметра круга, является отношение длины хорды, ограниченной радиусами к синусу центрального угла, который образуют упомянутые радиусы. При этом, выше обозначенная хорда соответствовала ширине арки между клыками.

Величина центрального угла рассчитывалась следующим образом. Во-первых, находили тангенс угла, как отношение глубины переднего сегмента арки (противолежащий катет переднего зубного треугольника) к половине межклыковой ширины (прилежащий катет). Во-вторых, определяли арктангенс вычисленного тангенса и полученную величины увеличивали вдвое. Подобные расчеты проводили в программе Excel, где стабильными параметрами служили одонтометрические

показатели (сумма ширины коронок трех фронтальных зубов) и межклыковое расстояние.

Следующим этапом, после математических расчетов, было графическое построение дуги, которое начиналось с рисунка окружности, очерченной рассчитанным радиусом. Верхняя точка окружности соответствовала положению центральной (межрезцово) точки зубной арки, от которой по обе стороны откладывали отрезки дуги, соответствующие величине фронтально-клыковой диагонали. Таким образом, дуга переднего сектора была ограничена клыковыми точками.

От центральной точки, через центр окружности, проводили срединную сагиталь дентальной дуги, которая в виде продолжения диаметра выходила за пределы круга на величину, равную глубине зубной дуги.

Отрезок обозначали буквами «А-В». К точке «В» строили перпендикуляр, и на нем по обе стороны откладывали отрезки, величина которых в совокупности соответствовала ширине зубной дуги между молярами и на диаграмме была обозначена в виде прямой «К-Л» (рис. 3).

Соединяли прямой линией точки расположения клыков и моляров и обозначали их как линии «С-К» и «D-L».

Середину диагональных линий «С-К» и «D-L» обозначали буквами «М» и «N» от которых проводили перпен-

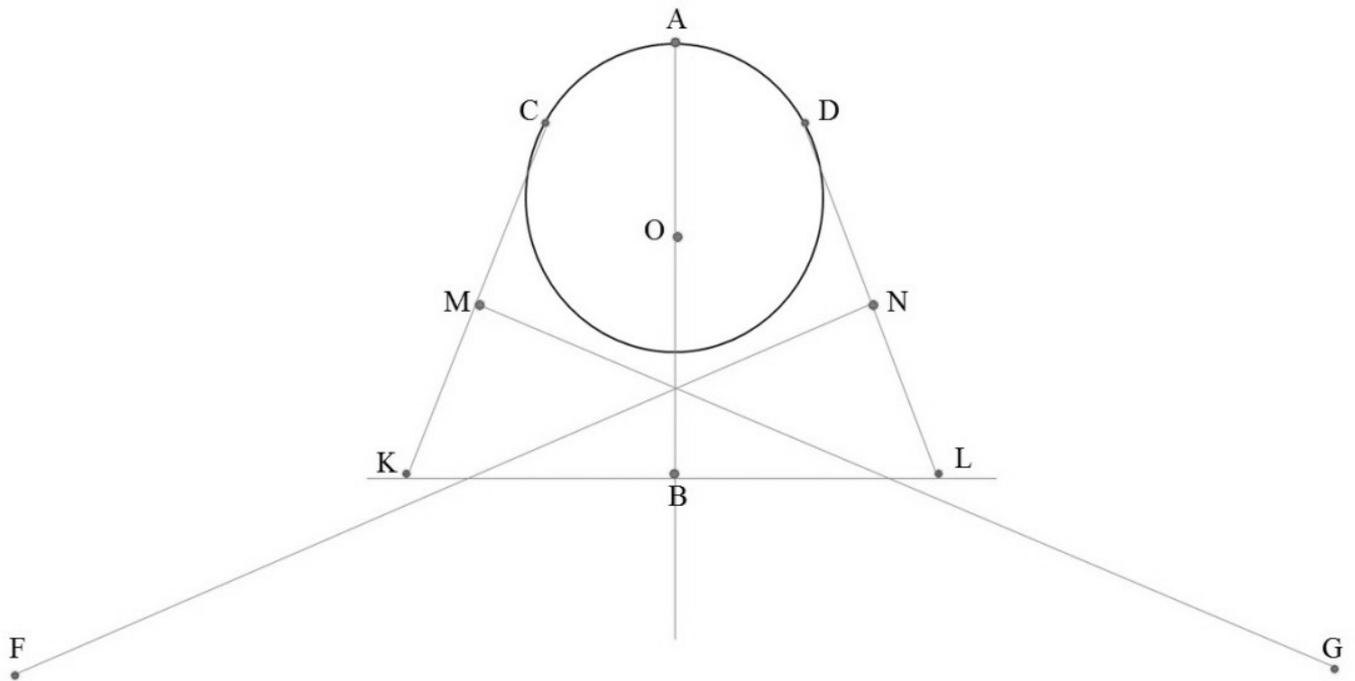


Рис. 4. Диаграмма с нанесенными ориентирами для построения боковых отделов индивидуальной зубной дуги

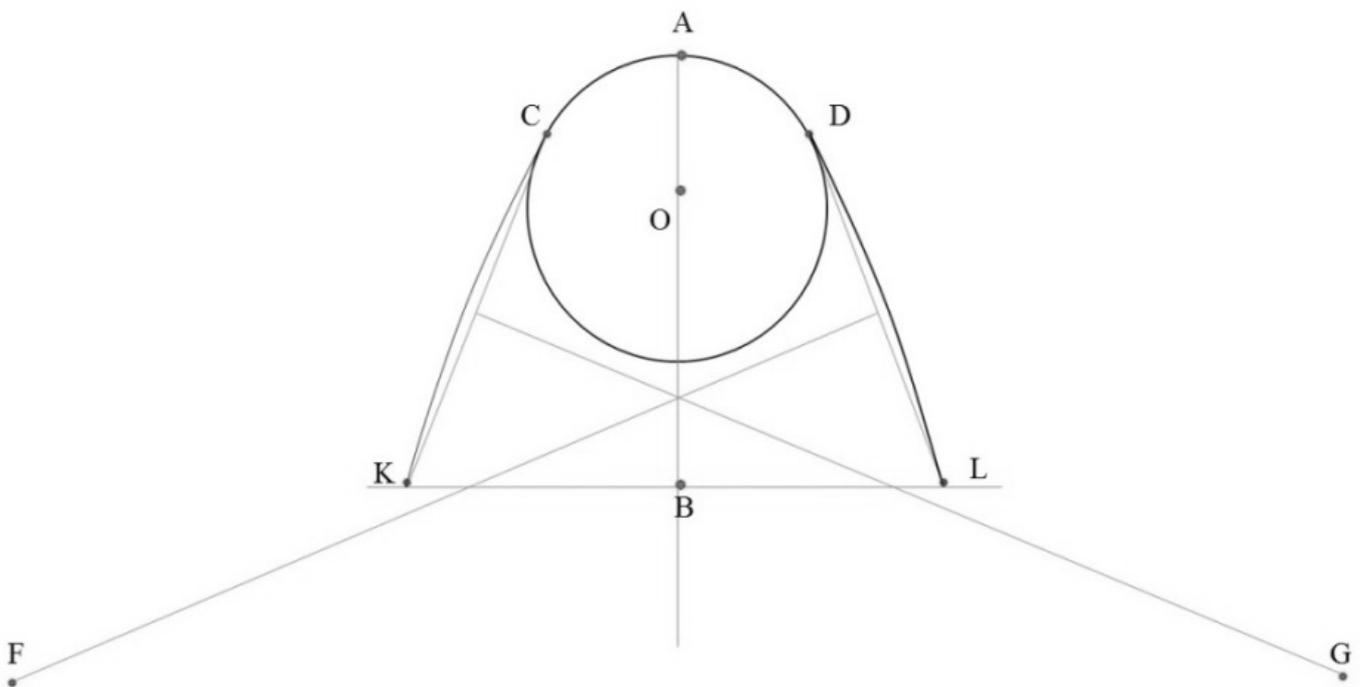


Рис. 5. Способ построения индивидуальной зубной дуги

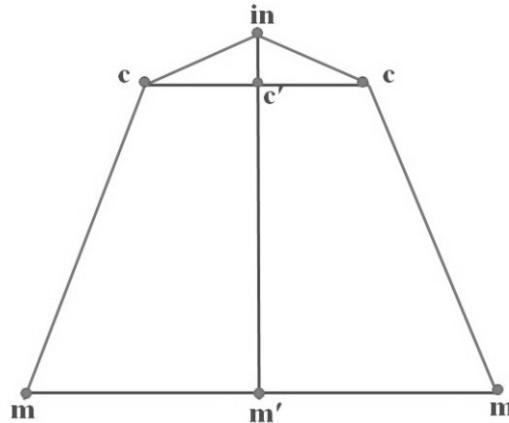


Рис. 6. Способ построения дентального пятиугольника

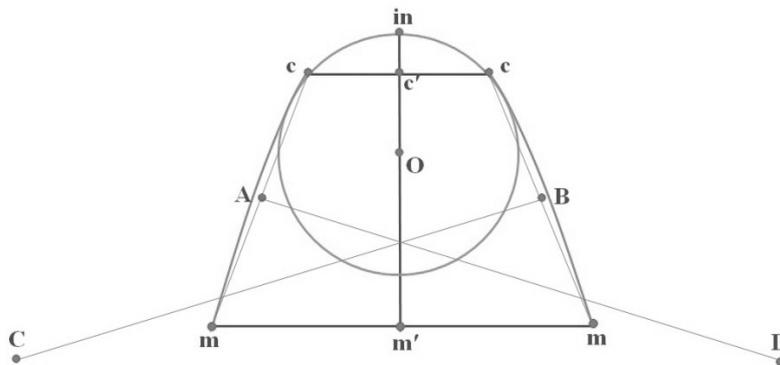


Рис. 7. Способ построения индивидуальной зубной дуги

дикуляры в обе стороны. На полученных линиях откладывали отрезки «М-Г» и «N-F», равные сумме ширины и глубины зубной дуги (рис. 4).

Радиусом, равным расстоянию «С-Г», очерчивали дугу, которая соединяла точки «С» и «К», а радиусом «F-D» очерчивали дугу «D-L», которые соответствовали расположению жевательных зубов верхней челюсти. Полученная таким образом форма дуги сравнивалась с истинной зубной дугой на гипсовой модели челюсти для диагностики аномалий и деформаций челюстно-лицевой области (рис. 5).

Диагональ переднего отдела зубной дуги соответствовала расстоянию от межрезцово-клевых точек до клыков.

Нами модифицирован указанный метод и радиусом окружности, с учетом закономерностей геометрии круга, считали отношение суммы квадрата от половины ширины переднего отдела дуги и квадрата глубины дуги к удвоенной величине глубины переднего отдела.

Формула расчета радиуса окружности, имела следующий вид:

$$R = \frac{\left(\frac{W_{(c-c)}}{2}\right)^2 + (D_{(in-c)})^2}{2 \cdot (D_{(in-c)})}$$

Где, R — радиус окружности; $W_{(c-c)}$ — ширина переднего отдела дуги, $D_{(in-c)}$ — глубина переднего отдела дуги.

Алгоритм построения графической репродукции зубной дуги заключался в поэтапном проведении диагностических и расчетных мероприятий. Во-первых, проводилось построение дентального (резцово-клыково-молярного) пятиугольника, основанного на биометрических параметрах дентальных арок.

Построение начинали с проведения вертикальной линии, на которой определяли положение центральной точки дуги (in), от которой откладывали срединную

клыковую точку (с') на величину глубины переднего отдела зубной дуги и срединную молярную точку (m') на величину глубины полной зубной дуги.

По обе стороны от клыковой и молярной точки и перпендикулярно к линии «ip-m'» откладывали по половине межклыкового и межмолярного расстояния с обозначением точек «с» и «m».

После соединения всех наружных точек линиями, получали дентальный пятиугольник, являющийся основой для графической репродукции зубной арки (рис. 6).

На втором этапе проводилась графическая репродукция дуги. При этом, от точки «ip» по вертикали вниз откладывали точку «О», на величину, равную расчетному радиусу и очерчивали окружность, которая при физиологической окклюзии, как правило, проходила через клыковые точки (рис. 7).

Середину боковых линий (с-m) обозначали точками «А» и «В» от которых проводили перпендикулярные линии с пересечением их на вертикали «ip-m'», величиной, равной длине зубной дуги (сумме ширины коронок 14 зубов) и обозначали их как линии А-D и В-С, соответственно

От точек «С» и «D» измеряли расстояние до клыковых точек (с) или до молярных точек (m) противополож-

ной стороны и указанная величина являлась радиусом для дуги бокового сегмента зубной арки.

Выводы

Разработан метод исследования переднего сегмента зубных дуг на гипсовых моделях челюстей, заключающийся в ограничении дуги условной линией, соединяющей точки, расположенные на вершинах рвущих бугорков клыков. При этом измерялась резцово-клыковая диагональ от центральной межрезцовой точки дуги до точки на клыках с обеих сторон. Диагонально-трансверсальный клыковой угол измерялся между передней резцово-клыковой диагональю и межклыковой трансверсальной линией.

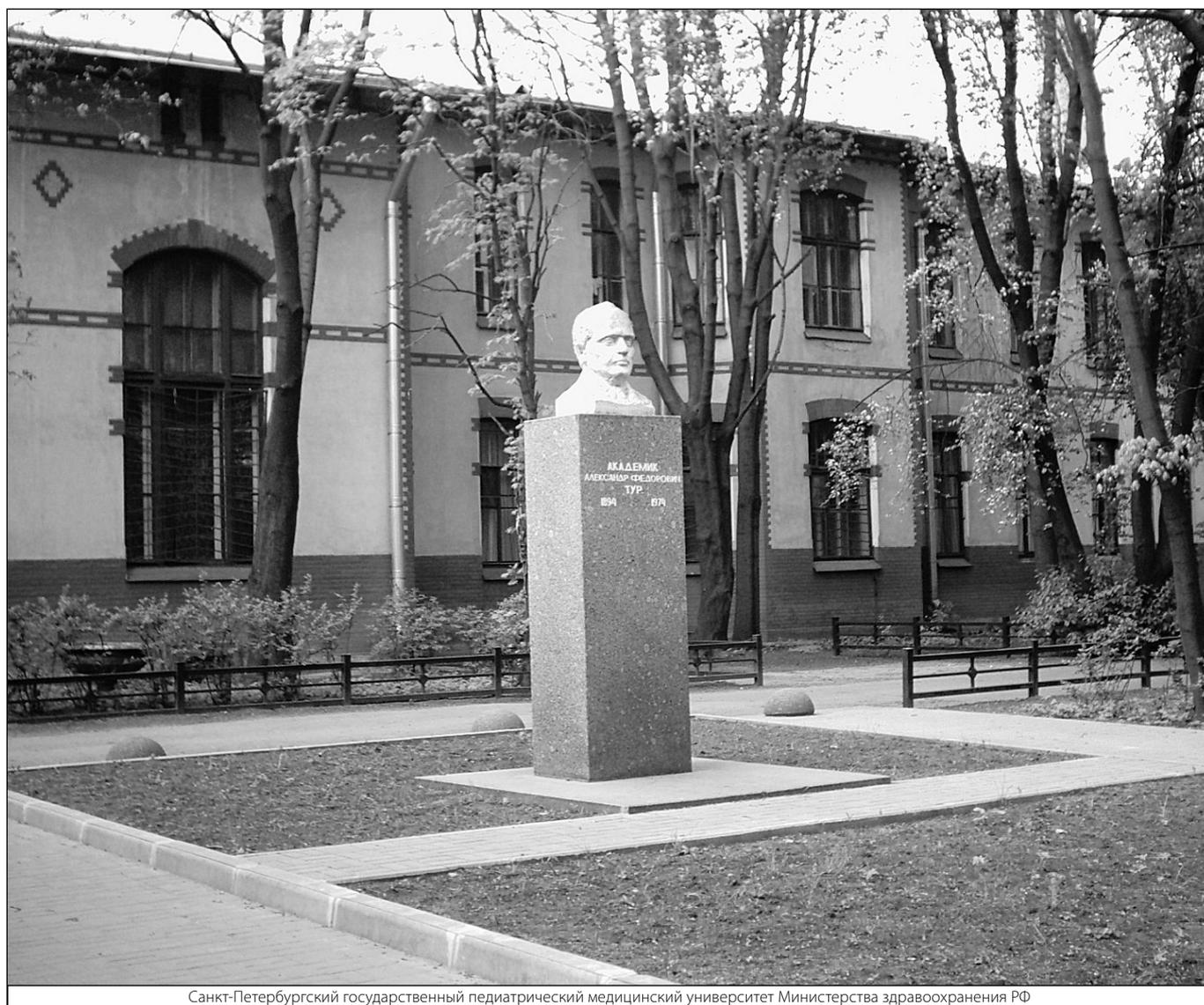
Алгоритм графической репродукции индивидуальной оптимальной формы зубной дуги включал в себя построение дентального пятиугольника с основанием, равным ширине зубной дуги между вторыми молярами. Глубина зубной дуги определяла срединную сагитальную линию и место расположения центральной межрезцовой точки, от которой по обе стороны откладывали резцово-клыковые диагонали, а клыковые точки соединяли с молярными. Радиус дуги рассчитывали как отношение суммы квадрата от половины ширины переднего отдела дуги и квадрата глубины дуги к удвоенной величине глубины переднего отдела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ведешина Э.Г., Доменюк Д.А., Дмитриенко С.В. Зависимость формы и размеров зубочелюстных дуг от их стабильных параметров // Кубанский научный медицинский вестник. — 2016. — № 3. — С. 33–38.
2. Дмитриенко Т.Д., Гаджиев Н.А., Аюпджанова Э.Г., Захарченко И.С. Особенности морфологии зубных дуг у лиц мужского и женского пола // Беликовские чтения. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Сборник научных трудов. Пятигорск, 2018. — С. 307–311.
3. Кондратюк А.А., Пузырева М.Н., Фищев С.Б., Фомин И.В., Субботин Р.С. Диагностические возможности компьютерного совмещения различных видов рентгенограмм челюстно-лицевой области // Педиатр. — 2019. — Том 10. — № 3. — С. 51–56.
4. Пузырева М.Н., Субботин Р.С., Фищев С.Б., Фомин И.В., Кондратюк А.А., Орлова И.В. Дифференциальная диагностика патологических и физиологических видов резцового перекрытия // Педиатр. — 2019. — Т. 10. — № 4. — С. 39–44.
5. Ртищева С.С., Фищев С.Б., Севастьянов А.В. и др. Аномалии размеров зубов и основные варианты микродонтизма // Профилактика основных стоматологических заболеваний: Материалы республиканской конференции стоматологов. — Уфа, 2011. — С. 181–184.
6. Baeshen H. The Prevalence of Major Types of Occlusion Anomalies among Saudi Middle School Students // J. Contemp. Dent. — 2017. — Vol. 18. — № 2. — P. 142–146. DOI 10.5005/jp-journals-10024–2005. DOI 10.5005/jp-journals-10024–2005
7. Eslamipour F., Afshari Z., Najimi A. Prevalence of Malocclusion in Permanent Dentition of Iranian Population: A review Article // Iran. J. Public. Health. — 2018. — Vol. 47. — № 2. P. 178–187.
8. Dmitrienko S.V., Fomin I.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A., Subbotin R.S. Enhancement of research method for spatial location of temporomandibular elements and maxillary and mandibular medial incisors // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9. Num. 1. — P. 38–44.
9. Dmitrienko S.V., Lepilin A.V., Domenyuk D.A., A.A. Kondratyuk Clinical meaning of methods for identifying variability of mental prominence location // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9. Num. 1. — P. 45–46.
10. Dmitrienko T.D., Domenyuk D.A., Porfyriadis M.P., Arutyunova A.G., Kondratyuk A.A., Subbotin R.S. Connection between clinical and radiological torque of medial incisors at physiological occlusion // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9. Num. 1. — P. 29–37.
11. Fischev S.B., Puzdyryova M.N., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in peoples with dental arch issues combined with occlusion anomalies // Archiv EuroMedica. — 2019. — Т. 9. — № 1. — P. 162–163.

12. Fomin I.V., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A., Arutyunova A.S. Effect of jaw growth on dentofacial angle in analyzing lateral teleradiographic images // *Archiv EuroMedica*. 2019. vol. 9, num. 2. P. 136–137.
13. Kondratyuk A., Subbotin R., Lepilin A., Puzdrev M., Fischev S., Sevastynov A., Doenyuk D, Rozhkova M. Dependence of facial morphometric parameters from masticatory muscles tone in people with horizontal type of increased dental abrasion // *Archiv euromedica*. — 2019. — vol. 9. Num. 3. — P. 91–96.
14. Lepilin A.V., Fomin I.V., Domenyuk D.A., Dmitrienko S.V., Budaychiev G.M-A. diagnostic value of cephalometric parameters at graphic reproduction of tooth dental arches in primary teeth occlusion // *Archiv euromedica*. — 2018. — V.8. — № 1. — P. 37–38.
15. Puzdryyova M.N., Fischev S.B., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in people with dental arch issues combined with occlusion anomalies // *Archiv euromedica*. — 2019. — vol. 9, Num. 1. — P.162–163.
16. Shen L. He F., Zhang C. Prevalence of malocclusion in primary dentition in mainland China, 1988–2017: a systematic review and meta-analysis // *Sci. Rep.* — 2018. — Vol. 8. — № 1. — P. 4716.
17. Singh S., Sharma A., Sandhu N. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs in school going children of Nalagarh, Himachal Pradesh, India // *J. Dent. Res.* — 2016. — Vol. 27. — № 3. — P. 317–322.

© Шишко Татьяна Владимировна (tat-sh04@rambler.ru), Пузырева Маргарита Николаевна (seven-spb@yandex.ru), Рожкова Мария Геннадьевна (rozmaria2010@yandex.ru), Фищев Сергей Борисович (super.kant@yandex.ru), Лепилин Александр Викторович (lepilins@mail.ru), Климов Андрей Геннадьевич (pstom4@zdrav.spb.ru), Севастьянов Аркадий Владимирович (ardy.dkr@mail.ru), Васильева Нелли Александровна (vas.nell@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ

ПРОФИЛАКТИКА ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С НЕКЛАПАННОЙ ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ, РЕЗУЛЬТАТЫ EUROBSERVATIONAL RESEARCH PROGRAMME ON AF (EORP-AF) GENERAL LONG-TERM REGISTRY

PREVENTION OF THROMBOEMBOLIC COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH NON-VALVULAR ATRIAL FIBRILLATION, RESULTS EUROBSERVATIONAL RESEARCH PROGRAMME ON AF (EORP- AF) GENERAL LONG-TERM REGISTRY

**S. Iureva
I. Baluyev**

Summary. Atrial fibrillation (AF) is one of the most common arrhythmias of the 21st century, which significantly increases the risk of thromboembolic complications. Oral anticoagulants reduce the risk of feasibility studies in patients with AF. The purpose of the article — according to the results of EORP-AF register to analyze the clinical course of non-valvular AF, to assess the frequency of oral anticoagulants in patients with non-valvular AF in different countries of the world, as well as to determine the factors that affect the frequency of appointment of antagonists and non-antagonists of vitamin K in real practice of the doctor.

Keywords: atrial fibrillation, thromboembolic complications, stroke, oral anticoagulants, warfarin, rivaroxaban, dabigatran, apixaban, edoxaban.

Юрьева Светлана Владимировна

К.м.н., ГБОУ ВПО «Северный государственный
медицинский университет» Минздрава РФ
Silviya5@yandex.ru

Балуев Иван Николаевич

Врач-терапевт, ГБУ Архангельской области
«Котласская центральная городская больница имени
святого Луки»
lv.balueff@yandex.ru

Аннотация. Фибрилляция предсердий (ФП) — одна из самых распространенных аритмий 21 века, которая значительно увеличивает риск тромбоэмболических осложнений (ТЭО). Назначение пероральных антикоагулянтов уменьшает риск развития ТЭО у пациентов с ФП. Цель статьи — по данным результатам EORP-AF регистра провести анализ клинического течения неклапанной ФП, оценить частоту назначения оральных антикоагулянтов пациентам с неклапанной ФП в различных странах мира, а так же определить факторы, которые влияют на частоту назначения антагонистов и не-антагонистов витамина К в реальной практике врача.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, тромбоэмболические осложнения, инсульт, пероральные антикоагулянты, варфарин, ривароксабан, дабигатран, аписабан, эдоксабан.

Список сокращений

АВК — антагонисты витамина К.
АГ — артериальная гипертензия.
ИБС — ишемическая болезнь сердца.
ИМ — инфаркт миокарда.
НПОАК — непрямые пероральные антикоагулянты
ПОАК — пероральные антикоагулянты
ТИА — транзиторная ишемическая атаки.
ТЭО — тромбоэмболические осложнения.
ФП — фибрилляция предсердий.
ХБП — хроническая болезнь почек.
ХСН — хроническая сердечная недостаточность.
AF — atrial fibrillation.
EHRA — шкала симптомов фибрилляции предсердий.

HAS-BLED — шкала оценки риска кровотечений.

CHA2DS2-VASc — детальная шкала оценки риска мозгового инсульта и тромбоэмболических осложнений у пациентов с неклапанной ФП.

Введение

Увеличение числа пожилых людей во всем мире, приводит к увеличению пациентов с фибрилляцией предсердий (ФП), данная аритмия является самой распространенной и устойчивой аритмией [1,2]. ФП значительно увеличивает риск развития тромбоэмболических осложнений (ТЭО) [1], только назначение пероральных антикоагулянтов (ПОАК) может снизить этот риск. Одним из наиболее длительно используемых оральных антикоагулянтов является варфарин (анта-

гонист витамина К (АВК)), но в последнее десятилетие появились не прямые пероральные антикоагулянты (НПОАК), или неантагонисты витамина К (последнее название одобрено обновленным документом Европейской ассоциацией ритма сердца) [3] которые так же эффективно и безопасно применяют у пациентов с неклапанной ФП. В последние годы существует необходимость оценки фактического практического применения данных препаратов в реальной практике врача. В сентябре 2017 года были опубликованы данные EURObservational Research Programme on AF (EORP-AF) General Long-Term Registry [4], который является первым крупномасштабным, обсервационным, проспективным, многоцентровым Регистром основной целью которого явилось в различных странах мира проанализировать клинические особенности пациентов с ФП и оценить использование пероральных антикоагулянтов у пациентов с неклапанной ФП, в соответствии с клиническими рекомендациями, а так же определить факторы, влияющие на применение АВК и НПОАК в реальной клинической практике. В Регистр включали пациентов с впервые возникшей ФП из 27 стран мира — 11 096 пациентов (из Российской Федерации в Регистр было включено 405 пациентов). Страны-участницы были сгруппированы в европейские регионы следующим образом: (I) Северная Европа — Дания, Эстония, Латвия, Норвегия, Великобритания; (II) Западная Европа-Бельгия, Германия, Нидерланды, Франция, Швейцария; (III) Восточная Европа-Болгария — Грузия, Чешская Республика, Казахстан, Кыргызстан, Польша, Румыния, Россия; и (IV) Юг Европа — Албания, Македония, Италия, Мальта, Черногория, Португалия, Сербия, Испания, Турция.

Был разработан специальный протокол исследования пациентов с неклапанной ФП, в последующем все страны мира вносили данные пациентов в единый электронный отчет, критериями включения были: зарегистрированная ФП по ЭКГ, холтеровскому мониторингованию в течение 12 месяцев до начала исследования; возраст пациентов 18 лет и старше; наличие письменного согласия пациента, критериями исключения явились: отсутствие объективного доказательства ФП; участие в EORP-AF ранее. Риск ТЭО оценивали по шкале CHA2-DS2-VASc, риск кровотечений оценивали по шкале HAS-BLED, наличие симптомов оценивали по шкале EHRA.

Результаты

С октября 2013 года по сентябрь 2016 года 27 стран, 250 центров отобрали 11096 пациентов с неклапанной впервые диагностированной ФП: 40,7% женщин; пациенты в возрасте 71 (63–77) лет. Из них 5303 (47,8%) пациентов были включены амбулаторно, 5161 (68,5%)

пациентов проходили лечение в специализированных центрах и 5792 (52,2%) пациента были госпитализированы.

В зависимости от форм ФП, наиболее часто диагностировали постоянную форму ФП 33,5% (3718 пациентов), у 25,7% (2850 пациентов) была диагностирована пароксизмальная форма ФП, персистирующую форму имели 19,1% (2124 пациентов), длительно персистирующую 4,3% (477 пациентов).

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) была диагностирована у 3058 (29,3%) пациентов, из них 1347 (44%) перенесли ранее инфаркт миокарда (ИМ). Артериальную гипертензию (АГ) диагностировали у 6831 (62,1%) пациента, сердечная недостаточность (СН) — у 4343 (39,5%) пациентов, из которых 1556 (35,9%) пациентов имели III и IV ФК (по NYHA). Перенесенные ТЭО в анамнезе (перенесенный инсульт, ТИА или системная эмболия в анамнезе) были диагностированы у 1274 (11,6%) пациентов, хроническая болезнь почек (ХБП) зафиксирована у 1379 (12,5%) пациентов. Большинство пациентов имели очень высокий риск развития ТЭО, медиана (IQR) CHA2DS2-VASc была равна 3 (2–4).

Исходные клинические характеристики и предшествующая клиническая история

Пациенты с впервые выявленной ФП чаще были госпитализированы 1172 (67,7%), чем пациенты с другими формами ФП ($P < 0,0001$). Постоянную форму ФП чаще диагностировали у более пожилых пациентов, средний возраст 75 лет, чем пациенты с пароксизмальной, персистирующей или длительно персистирующей формой ФП (у всех — средний возраст 68 лет) ($P < 0,0001$). Так же у пациентов с постоянной формой ФП чаще встречалась артериальная гипертензия, ИБС, сердечная недостаточность, клапанная болезнь и дилатационная кардиомиопатия (все $P < 0,0001$). И наоборот, инфаркт миокарда, чаще возникал у пациентов с впервые выявленной ФП 217 (53,2%), ($P = 0,0007$). По клиническому течению, реже проявлялись симптомы аритмии у пациентов с постоянной формой ФП 2257 (60,7%) ($P < 0,0001$). У женщин чаще была диагностирована пароксизмальная форма ФП — 1290 (45,3%) ($P < 0,0001$). Идиопатическая форма ФП чаще встречалась у пациентов с впервые выявленной и пароксизмальной формой ФП (206 (11,9%) и 333 (11,7%) соответственно, ($P < 0,0001$)). Среди сопутствующих факторов риска: сахарный диабет и отсутствие регулярных физических нагрузок, чаще встречались у пациентов с постоянной ФП (1074 (29,1%) и 1625 (51,0%) соответственно, ($P < 0,0001$)), тогда как липидные нарушения чаще были диагностированы у пациентов с пароксизмальной ФП 1211 (44,0%),

длительно персистирующей ФП 192 (43,0%) и постоянной ФП 1539 (43,2%) ($P < 0,0001$). Активное курение более распространено у пациентов с впервые выявленной ФП 219 (13,2%) ($P < 0,0001$). При постоянной форме ФП у пациентов более распространены такие состояния как: хроническая обструктивная болезнь легких 458 (12,4%), тромбоэмболические события в анамнезе 513 (14,0%), перенесенный инсульт 318 (8,7%), геморрагические события в анамнезе 281 (7,7%), заболевание периферических сосудов 388 (10,7%) и хроническая болезнь почек 656 (17,9%) (все $P < 0,0001$).

Антикоагулянтная терапия

В соответствии с клиническими рекомендациями назначение антитромботической терапии пациентам с ФП, зависит от риска ТЭО [5], в данном регистре пациенты с постоянной формой ФП имели более высокий балл риска развития ТЭО по шкале CHA_2DS_2-VASc — 4,0 (3,0–5,0) в отличие от пациентов с впервые выявленной, пароксизмальной, персистирующей и длительно персистирующей формой ФП, где риск ТЭО по шкале CHA_2DS_2-VASc составил 3,0 (2,0–4,0) ($< 0,0001$), а средний балл составил $3,14 \pm 1,77$. Данные цифры говорят о том, что в регистре EORP-AF получены сопоставимые результаты со многими исследованиями, так в регистре GARFIELD-AF [6] средний балл по шкале CHA_2DS_2-VASc составил $3,2 \pm 1,6$; количество баллов ≥ 2 было диагностировано у 84,4%; в Euro Heart Survey on AF [7] средний балл по шкале CHA_2DS_2-VASc — $3,0 \pm 1,8$; по данным Российских исследований наши пациенты имеют более высокие риски ТЭО, чем в Европе, так в исследовании ПРОФИЛЬ [8] средний балл по шкале CHA_2DS_2-VASc составил $3,4 \pm 1,8$, среди пациентов регистра РЕКВАЗА ФП [9] четыре и более балла по шкале CHA_2DS_2-VASc имели 78,7% пациентов, а в Архангельском регистре 99% пациентов имели 2 и более балла по шкале CHA_2DS_2-VASc [10].

В регистре EORP-AF риск кровотечения оценивали по шкале HAS-BLED, среднее значение составило $1,56 \pm 1,07$, это показатели значительно отличаются от данных полученные в России, где 3 и более баллов по шкале HAS-BLED были диагностированы у 57%, но в последние годы наблюдается тенденция к уменьшению пациентов с очень высоким риском кровотечения [11] в других, выше представленных регистрах, данных о среднем значении риска кровотечений по шкале HAS-BLED не было представлено.

Частота назначения ПОАК значительно варьируется и составляет от 14 до 82%, реже всего ПОАК назначают в Китае и Африке [12], так же очень низкий процент назначения ПОАК наблюдается в Российской Федерации, так в Рязанском регистре РЕКВАЗА [9] частота назначения ПОАК составила 4,2%, в Архангельском регистре —

30,3% [10]. Поданным регистра GARFIELD-AF [6] ПОАК получали 63,1% пациентам при впервые выявленной ФП, в другом регистре PREFER [8], ПОАК используют примерно в 82,3% случаев у пациентов с ФП. Первым регистром, который показал очень высокую частоту применения ПОАК у пациентов с ФП явился регистр EORP, где в 84,9% случаев пациентам назначали ПОАК, в России эта цифра составила — 58%. Самой высокой частотой назначения ПОАК составила у пациентов персистирующей, длительно персистирующей и постоянной формой ФП — 1919 (90,7%), 437 (92,2%), 3338 (89,9%) соответственно. Но до сих пор сохраняется тенденция к низкой частоте назначения ПОАК у пациентов с впервые выявленной ФП 1354 (79,0%) и пароксизмальной формой ФП 2186 (77,1%). Эти данные соответствуют и регистру GARFIELD-AF [6], где ПОАК предпочитали назначать пациентам с устойчивыми формами аритмии и данным Российских исследований [13], где 53% пациентов с постоянной и персистирующей формой ФП получали ПОАК и только в 26% случаев ПОАК были назначены при пароксизмальной форме ФП.

Из всех ПОАК, врачи чаще всего назначают АВК — варфарин, так в EORP-AF более половины пациентам 5544 (50,2%) был назначен варфарин, особенно чаще его назначали пациентам при постоянной форме ФП 2506 (67,5%) и длительно персистирующей форме ФП 258 (54,4%), реже всего варфарин назначался при впервые выявленной ФП 596 (34,8%) ($P < 0,0001$). Российские данные соответствуют, где остается очень высокий процент назначения именно АВК [9, 13, 14], но в России это может быть связано именно с финансовыми барьерами [15]. В рандомизированных клинических исследованиях НПОАК: дабигатран (Pradaxa, Boehringer Ingelheim), ривароксабан (Xarelto, Bayer), апиксабан (Eliquis, Pfizer/Bristol-Myers Squibb), эдоксабан (Savaysa, Daiichi Sankyo) были признаны более безопасными и эффективными [16, 17, 18, 19] по сравнению с варфарином. Частота назначения НПОАК в регистре EORP-AF составила 3835 (34,8%), чаще их назначают при впервые диагностированной ФП — 758 (44,3%) и пациентам с персистирующей формой ФП — 972 (46,0%) ($P < 0,0001$). По структуре назначения НПОАК предпочтения отдают ривароксабану — 1817 (16,5%), апиксабан назначен 1058 (9,6%) пациентам, дабигатран — 855 (7,7%), эдоксабан — 105 (1,0%) пациентам. В сравнении с данными полученными в Архангельском регистре, ривароксабан так же чаще назначают пациентам с неклапанной ФП — 74% случаев; дабигатран — 10,6% и апиксабан — 8,5%; эдоксабан в России в настоящее время еще не зарегистрирован.

Назначение ПОАК зависит от риска ТЭО по шкале CHA_2DS_2-VASc , так в EORP-AF впервые показали очень высокий процент назначения пациентам ПОАК при низ-

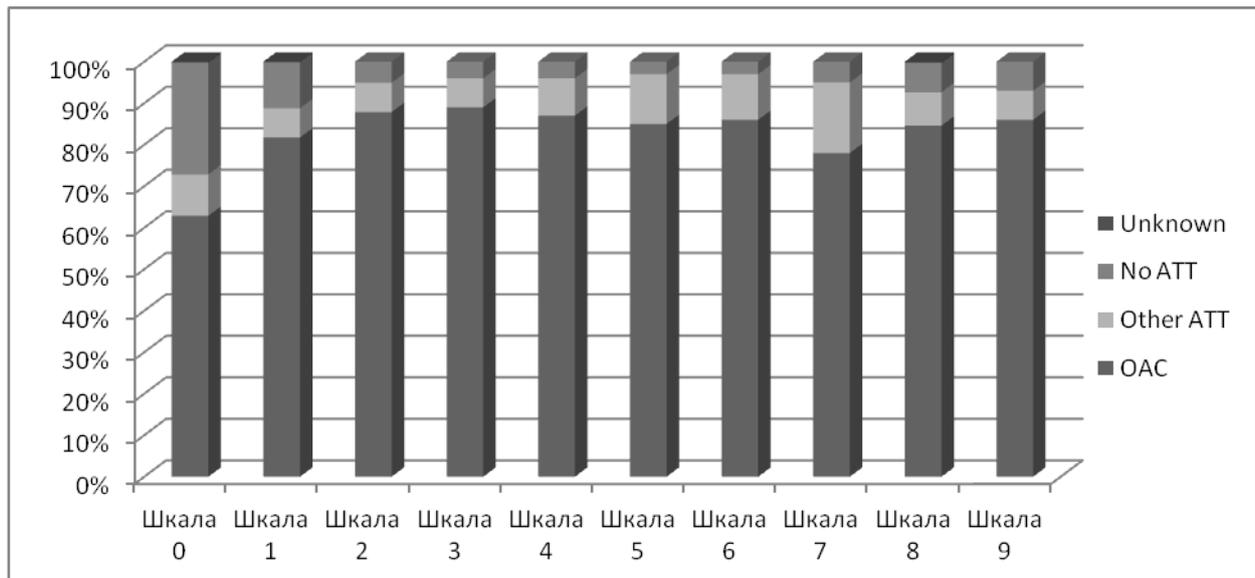


Рис. 1. Назначение пероральных антикоагулянтов в зависимости от риска ТЭО по шкале CHA2DS2-VASc

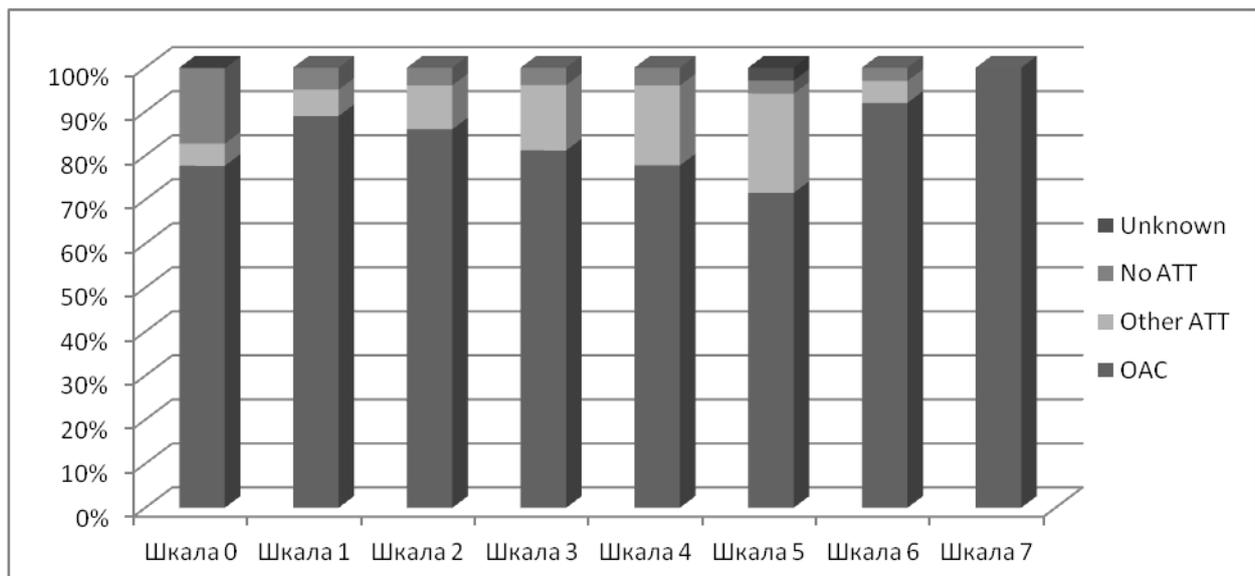


Рис. 2. Назначение пероральных антикоагулянтов в зависимости от риска кровотечений по шкале HAS-BLEED

ком риске ТЭО (CHA2DS2-VASc 0 у мужчин) пероральные антикоагулянты назначили 447 (62,8%) пациентам (рис. 1), а у пациентов с более высокими показателями риска ТЭО по шкале CHA2DS2-VASc использование пероральных антикоагулянтов было постоянно высоким (78,3% — 88,8%).

В зависимости от риска кровотечений по шкале HAS-BLED использование ПОАК было высоким и составило

от 73,3% до 100%, не зависимо от количества баллов (рис. 2).

В EORP-AF ПОАК чаще назначали пациентам более старшего возраста — 71,0 (63,0–77,0) ($P < 0,0001$) эти пациенты имели более распространенные сердечно-сосудистые факторы риска, такие как: сахарный диабет 2182 (23,4%) ($P = 0,0113$); липидные нарушения 3792 (42,2%) ($P = 0,002$), артериальную гипертензию

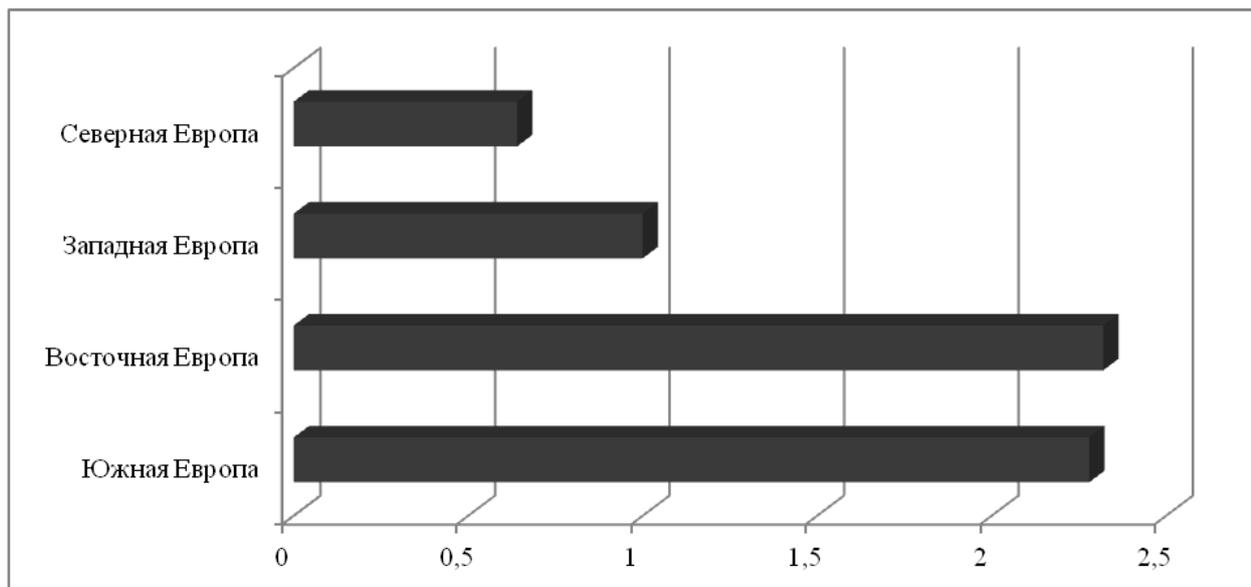


Рис. 3. Распространение лечения пероральными антикоагулянтами и соотношение антагонисты витамина К/новые пероральные антикоагулянты при выписке по регионам

5978 (64,3%) ($P < 0,0001$), ТЭО в анамнезе 1132 (12,2%) ($P < 0,0001$) из них инсульт был у 602 (6,5%) ($P = 0,0062$) пациентов.

НПОАК чаще назначали более молодым пациентам $69,04 \pm 11,32$ лет ($P < 0,0001$); пациентам с идиопатической формой ФП 342 (8,9%) ($P < 0,0001$) и достоверно чаще при впервые выявленной ФП 758 (12,1%) ($P < 0,0001$). Варфарин был назначен чаще пациентам: с артериальной гипертензией – 3641 (66,2%); ИБС – 1666 (32,3%); перенесенным ИМ – 730 (14,1%); пациентам со стабильной стенокардией – 519 (10,1%); ХСН – 2503 (45,4%); легочную гипертензию – 489 (9,0%); СД – 1399 (25,4%); дислипидемию – 2338 (44,0%); с гиподинамией – 2168 (45,2%); заболеваниями периферических артерий – 481 (8,9%) и ХБП – 767 (14,0%) (везде $P < 0,0001$).

По частоте назначения НПОАК в настоящее время лидерами являются Северная и Западная Европа (рисунок 3), так в Северной Европе – 709 (18,5%) пациентов получают НПОАК, а в Западной Европе – 1601 (41,7%)

(оба $P < 0,0001$). В Восточной и Южной Европе превалирует назначение варфарина 1146 (20,7%) и 2349 (42,4%) соответственно ($P < 0,0001$). При анализе частоты назначения НПОАК в зависимости от даты включения пациентов в исследование, отмечается значительная тенденция увеличения назначения НПОАК в последние годы с 0,4% в 2013 году до 39,4% в 2016 году ($P < 0,0001$).

Данные регистра помогли, оценить частоту назначения ПОАК на современном этапе, где было показано более низкое назначение ПОАК у пациентов с высоким риском ТЭО и высоким риском кровотечений, в тоже время эти препараты часто использую у пациентов с низким риском развития ТЭО. Отмечается положительная тенденция к увеличению назначения ПОАК у пациентов, за счет увеличения назначения НПОАК в последние годы. Чаще НПОАК назначают в странах Северной и Западной Европы, основными предикторами назначения НПОАК явились: возраст пациентов, наличие идиопатической формы ФП или впервые диагностированная ФП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kirchhoff P., Benussi S., Kotecha D., Ahlsson A., Atar D., Casadei B., et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS // *Eurpace*. 2016; 18: 1609–78.
2. Boriani G., Diemberger I., Martignani C., Biffi M., Branzi A., The epidemiological burden of atrial fibrillation: a challenge for clinicians and health care systems // *Eur Heart J*. 2006; 27: 893–4.
3. Heidebuchel H., Verhamme P., Alings M., Antz M., Diener H.C., Hacke W., Oldgren J., Sinnaeve P., Camm A.J., Kirchhof P. Update. European Heart Rhythm Association Practical Guide on the use of non-vitamin K antagonist anticoagulants in patients with non-valvular atrial fibrillation. // *Eurpace*. 2015; 17: 1467–1507. doi: 10.1093/eurpace/euv309.

4. Boriani G., Proietti M., Laroche C., Fauchier L., Marin F., Nabauer M., Potpara T., Dan G., Kalarus Z., Diemberger I., Tavazzi L., Aldo P. Maggioni and Gregory Y. Lip, on behalf of the EORP-AF Long-Term General Registry Investigators† Contemporary stroke prevention strategies in 11 096 European patients with atrial fibrillation: a report from the EURObservational Research Programme on Atrial Fibrillation (EORP-AF) Long-Term General Registry // *Europace*. 2017; Sep 14. doi: 10.1093/europace/eux301.
5. Kirchhoff P., Benussi S., Kotecha D. et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS // *Eur Heart J*. 2016;37: 38: 2893–2962.
6. Bassand J., Accetta G., Camm A., et al., for the GARFIELD-AF Investigators. Two year outcomes of patients with newly diagnosed atrial fibrillation: results from GARFIELD-AF // *Eur Heart J*. 2016;37: 860–867. Euro Heart Survey on AF
7. Krichhof P., Ammentrop B., Darius H., et al. Management of atrial fibrillation in seven European countries after the publication of the 2010 ESC Guidelines on atrial fibrillation: primary results of the prevention of thromboembolic events — European Registry in Atrial Fibrillation (PREFER in AF) // *Europace*. 2014;16:6–14.
8. Лукьянов М., Бойцов С., Якушин С., Диагностика, лечение, сочетанная сердечно-сосудистая патология и сопутствующие заболевания у больных с диагнозом «фибрилляция предсердий» в условиях реальной амбулаторно-поликлинической практики (по данным Регистра Кардиоваскулярных Заболеваний РЕКВАЗА) // *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2014; 10 (4): 366–377.
9. Сердечная Е.В., Юрьева С.В., Фибрилляция предсердий: профилактика инсульта в клинической практике врача // *Кардиология*. 2015; 55: 12: 36–41.
10. Сердечная Е., Юрьева С., Рябая И., Профилактика инсульта у пациентов с фибрилляцией предсердий в практике врача терапевта // *Трудный пациент* 2016; 5: 4: 7–10.
11. Healey J., Oldgren J., Ezekowitz M., et al., on behalf of the RE-LY Atrial Fibrillation Registry and Cohort Study Investigators. Occurrence of death and stroke in patients in 47 countries 1 year after presenting with atrial fibrillation: a cohort study // *Lancet*. 2016;388:1161–1169.
12. Рычков А., Хорькова Н., Минулин А. Как изменилось применение антикоагулянтов у пациентов с неклапанной фибрилляцией предсердий // *Вестник аритмологии*. 2017; 87: 29–32.
13. Линчак Р.М., Компаниец О.Г., Надбайкинз А.М. и др. Каковы реалии назначения и контроля антитромботической терапии при фибрилляции предсердий в амбулаторной практике? // *Кардиология*. 2015; 55 (6): 34–39.
14. Camm A., Pinto F., Hankey G., et al. Writing committee of the action for stroke prevention alliance. Non-vitamin K antagonist oral anticoagulants and atrial fibrillation guidelines in practice: barriers to and strategies for optimal implementation // *Europace*. 2015;17(7):1007–1017.
15. Connolly S., Ezekowitz M., Yusuf S., et al. Dabigatran versus warfarin in patients with atrial fibrillation // *N Engl J Med* 2009; 361: 1139–1151.
16. Patel M., Mahaffey K., Garg J. et al. for the ROCKET AF Investigators. Rivaroxaban versus warfarin in nonvalvular atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2011; 365 (10): 883–891.
17. Granger C., Alexander J., McMurray J., et al, for ARISTOTLE Committees and Investigators. Apixaban versus warfarin in patients with atrial fibrillation. // *N Engl J Med*. 2011; 365 (11): 981–992.
18. Giugliano R., Ruff C., Braunwald E., et al. Endoxaban versus warfarin in patients with atrial fibrillation. *NEnglJMed*. // 2013; 28; 369 (22): 2093–104.

СТАБИЛЬНАЯ СТЕНОКАРДИЯ У БОЛЬНЫХ С ПОГРАНИЧНЫМИ СТЕНОЗАМИ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ И ВЫСОКИМ БИОЛОГИЧЕСКИМ ВОЗРАСТОМ. РЕЗИДУАЛЬНЫЙ КАРДИОВАСКУЛЯРНЫЙ РИСК

STABLE ANGINA IN PATIENTS WITH BORDELINE CORONARY ARTERY STENOSIS OF HIGH BIOLOGICAL AGE. RESIDUAL CARDIOVASCULAR RISK

**D. Yakhontov
Yu. Ostanina**

Summary. Coronary Artery Disease (CAD) remains the main cause of disability and mortality of working age people. Significant part of the stable angina patients (pts) are pts with borderline coronary arteries stenosis (40–70%). A distinctive feature CAD as well as atherosclerotic diseases in general is increased vascular wall stiffness. This is often accompanied by an increase biological (vascular) age of patients (pts). Aim. To study cardiovascular risk factors, angiographic picture and residual cardiovascular risk components in stable angina pts with borderline coronary arteries stenosis of high biological age. Material and methods. 21 stable angina class 1–3 pts (19 men) age 33–66 with borderline coronary arteries stenosis of high biological age based on the coefficient “passport age/biological age” > 1,0 were examined. Results. Pts with stable angina and borderline coronary arteries stenosis of high biological age have a number of unfavorable features that can affect the further course and outcome of the disease. Despite the outpatient treatment the frequency of lipid and inflammatory components of residual risk was found to be high as well as parameters reflecting blood pressure and glycemia insufficient control.

Keywords: coronary artery disease, borderline coronary artery stenosis, biological age, residual cardiovascular risk.

Яхонтов Давыд Александрович

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный медицинский университет»
Минздрава России
mich99@mail.ru*

Останина Юлия Олеговна

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный медицинский университет»
Минздрава России
julia679@yandex.ru*

Аннотация. Введение. Ишемическая болезнь сердца (ИБС) остается основной причиной инвалидизации и смертности лиц трудоспособного возраста. Значительную часть пациентов со стабильной стенокардией составляют пациенты с пограничными (40–70%) стенозами коронарных артерий. Отличительной особенностью ИБС, как и атеросклеротических заболеваний в целом, является повышение жесткости сосудистой стенки. Последнее нередко сопровождается увеличением биологического (сосудистого) возраста пациентов.

Цель работы. Изучить факторы кардиоваскулярного риска, оценить клинико-ангиографическую картину и компоненты резидуального риска у больных стабильной ИБС с пограничными стенозами коронарных артерий высокого биологического возраста.

Материал и методы. Обследован 21 больной стабильной стенокардией 1–3 ФК (19 — мужчины) в возрасте 33–66 лет с пограничными стенозами коронарных артерий высокого биологического возраста исходя из значений > 1,0 коэффициента «паспортный возраст/биологический возраст».

Результаты. Пациенты стабильной стенокардией с пограничными стенозами коронарных артерий и повышенным биологическим возрастом имеют ряд неблагоприятных особенностей, способных повлиять на дальнейшее течение и исход заболевания. Несмотря на проводившуюся на амбулаторном этапе терапию, оказалась высокой частота липидных компонентов резидуального кардиоваскулярного риска, повышенных значений СРБ, а также, параметров, отражающих недостаточный контроль АД и гликемии.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, пограничные стенозы коронарных артерий, биологический возраст, резидуальный кардиоваскулярный риск.

Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС), несмотря на активное развитие медикаментозных и хирургических методов лечения, остается основной причиной инвалидизации и смертности лиц трудоспособного возраста [1]. Несмотря на то, что тяжесть течения ИБС как правило ассоциировано с гемодинамически значимым поражением коронарных артерий (КА), с достаточно большой частотой при ангиографическом обследовании диагностируется пограничное поражение КА (40–70%). Ведение пациентов с подобными ангиографическими характеристиками продолжает оставаться дилеммой для кардиологов в плане предпочтения медикаментозного лечения, либо в отдельных случаях хирургической реваскуляризации [2]. Частое несовпадение тяжелой клинической картины ИБС вплоть до развития инфаркта миокарда с пограничным поражением КА уже более полувека является предметом повышенного интереса кардиологов [3]. Безусловно, больные ИБС с пограничными стенозами КА представляют собой неоднородную группу. Тяжесть течения заболевания определяется количеством кардиоваскулярных факторов риска (возраст, пол, артериальная гипертензия (АГ), дислипидемия (ДЛП), ожирение, курение, нарушения углеводного обмена), а также возрастом манифестации ИБС, наличием инфаркта миокарда, или острого коронарного синдрома (ОКС) в анамнезе, характером поражения коронарного русла по данным коронароангиографии (КАГ) [4,5, 6].

Известно, что при атеросклерозе страдают эластические свойства артерий, что сопровождается повышением их жесткости и увеличением скорости распространения пульсовой волны (СРПВ), что может вызывать повышение пред- и постнагрузки на левый желудочек, повышение артериального давления (АД) и увеличение потребности миокарда в кислороде. Сегодня измерение СРПВ по мнению рабочей группы ERBP (European Best Practice Guidelines) является общепринятым и достаточно простым неинвазивным методом определения жесткости артериальной стенки и косвенным методом выявления кальцификации артерий [1]. Кроме этого, измерение СРПВ расценивается как один из простых и дешевых методов оценки сердечно-сосудистой кальцификации, а увеличение СРПВ предлагается рассматривать как признак субклинического коронарного атеросклероза [7]. В рамках Роттердамского исследования у 2835 практически здоровых людей было установлено, что риск сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) увеличивался с возрастанием СРПВ, в то же время СРПВ является независимым предиктором ИБС и инсультов у практически здоровых людей. Показано, что жесткость сосудистой стенки зависит от возраста, уровня АД, курения, массы тела, гиперхолестеринемии и других модифицируемых и немодифицируемых

факторов риска [7]. По мере увеличения СРПВ линейно возрастает кардиоваскулярный риск, в особенности при превышении уровня СРПВ выше 12 м/с, что считается пороговым значением согласно Европейским рекомендациям по АГ 2018 года [8]. Увеличение СРПВ выше 12 м/сек ассоциировано с 50%-ным повышением риска сердечно-сосудистых событий, а увеличение выше 13 м/сек — с 10-летней смертностью больных АГ с чувствительностью 60% и специфичностью 80% [9]. Повышение СРПВ тесно взаимосвязано с процессом старения и является одним из маркеров так называемого синдрома «Раннего сосудистого старения» (Early vascular ageing — EVA-syndrome). При этом характерными клиническими проявлениями данного состояния является ранняя манифестация АГ и ИБС [10].

Однако, учитывая то, что метод определения СРПВ зависит от уровня АД, что ограничивает его клиническое использование, в последние годы стал широко использоваться такой показатель как Cardio-Ankle Vascular Index, CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ), не имеющий подобных ограничений и позволяющий оценивать аорту на всем ее протяжении [8]. Показано, что повышение СЛСИ напрямую связано с возрастом, АД, наличием сахарного диабета (СД), отягощенной наследственностью, ожирением, ДЛП. Есть убедительные данные о том, что СЛСИ является маркером системного атеросклеротического процесса и критерием его прогрессирования. Имеются работы, свидетельствующие о взаимосвязи увеличения СЛСИ с поражением коронарных артерий у больных ИБС, однако без четкой зависимости от гемодинамической значимости пораженных артерий [8, 11].

Одним из важнейших факторов старения человека является биологический возраст сосудов, поскольку с возрастом происходит повышение «жесткости» артериальной стенки из-за изменений соотношения эластина и коллагена, уменьшается эластичность сосудов и нарушается функция эндотелия [8,12]. Поэтому соответствие возраста пациента и состояния артерий прослеживается не всегда и фактором риска сердечно-сосудистой патологии является не столько реальный возраст пациента, сколько «возраст» его сосудистой системы. Термин «сердечный» или «сосудистый» возраст был предложен Европейским обществом гипертензии в 2013 году как дополнительный критерий количественной оценки риска сердечно-сосудистых осложнений. Учитывая распространенность сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности в Российской Федерации, определение сосудистого возраста как маркера прогрессирования ССЗ является особенно актуальным, в первую очередь у больных ИБС, как наиболее распространенной формы атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний.

На сосудистый возраст помимо возраста хронологического могут влиять показатели артериального давления, гликемии, ожирение, гиперлипидемия, нарушения микроциркуляции. Сосудистый (сердечный, биологический) возраст является эквивалентом хронологического возраста «идеального» пациента с таким же уровнем риска развития ССО, как и у обследуемого, но в отсутствие у него модифицируемых факторов риска [13]. Понятие «сосудистого» возраста более удобно в общении с пациентами, которые придают ему большее значение, чем риску по шкале SCORE. Более высокие цифры сосудистого возраста по сравнению с паспортным позволяют предположить наличие синдрома раннего сосудистого старения, о котором упоминалось выше. Высокая значимость оценки сосудистого возраста связана с необходимостью более точной оценки структурных и функциональных изменений в сосудах, внутренних органах и организме в целом [8, 12].

Биологический (сосудистый) возраст может быть выше паспортного, или равным ему, а в отдельных случаях даже ниже (феномен здорового старения). Преобладание сосудистого возраста над паспортным, безусловно, является маркером сосудистого старения и подобные лица подвержены повышенному кардиоваскулярному риску, поэтому сосудистый возраст может служить инструментом дополнительной оценки категории риска, что особенно актуально для больных ИБС молодого и среднего возраста.

Биологический возраст определяется по оценке значений САVI [8]. Однако, до настоящего времени не определены критерии оценки взаимоотношения паспортного и сосудистого возраста. Так, Бояринова М.А. и соавторы предлагают считать сосудистый возраст повышенным в том случае, если он превышает паспортный более, чем на 4 года [14]. Нами для оценки взаимоотношения паспортного и биологического возраста предложено определение коэффициента «паспортный возраст/биологический возраст», значения которого менее единицы свидетельствуют о преобладании биологического возраста над паспортным и могут служить маркером сосудистого старения.

В ранее опубликованных работах изучались кардиоваскулярные маркеры старения при ишемической болезни сердца, однако не было сделано акцента на изучении сосудистого возраста у больных стабильной ИБС с пограничными стенозами коронарных артерий, что и явилось предметом нашего исследования. В последние годы большой интерес исследователей привлекает концепция «резидуального» кардиоваскулярного риска, предполагающая оценку риска сосудистых осложнений, сохраняющегося на фоне современных стандартов терапии, включая оптимальный контроль ХС ЛПНП,

АД, гликемии. Изучение резидуального риска касается оценки показателей липидного, углеводного метаболизма, воспаления и риска тромбозов [15].

Цель

Изучить факторы кардиоваскулярного риска, оценить клинко-ангиографическую картину и компоненты резидуального риска у больных стабильной ИБС с пограничными стенозами коронарных артерий высокого биологического возраста.

Материал и методы

Обследован 21 больной стабильной стенокардией 1–3 ФК (19 — мужчины, средний возраст больных — 53 года [46,5; 55,0]) с пограничными (40–70%) стенозами коронарных артерий и средней давностью ишемического анамнеза 23 [6; 48] месяцев. На момент осмотра все больные минимум 6 месяцев находились под наблюдением кардиолога, либо терапевта по месту жительства и получали медикаментозную терапию по поводу ИБС, АГ и при необходимости — сахарного диабета. У всех обследованных имелась артериальная гипертония 1–2 степени. В исследование не включались больные с ОКС давностью менее 6 месяцев, стеноз КА более 70% по данным КАГ, оперативными вмешательствами на коронарных артериях, онкологическими заболеваниями, аутоиммунными заболеваниями, хроническими заболеваниями в стадии обострения, острыми инфекционными заболеваниями, психическими заболеваниями и семейной гиперхолестеринемией.

Коронароангиография проводилась на ангиографическом аппарате INNOVA 3100 (США). Показатель СЛСИ и биологического возраста оценивались с использованием сфигмоманометра VaSera VS-1500N, производства FUKUDA DENSHI (Япония). В исследование включались только лица, у которых биологический возраст превышал паспортный. Далее вычислялся коэффициент «паспортный возраст/биологический возраст» (К), значения которого были менее 1,0 (среднее значение коэффициента — 0,82 [0,53; 0,98]), что свидетельствовало о больших значениях биологического возраста, чем паспортного. Все статистические расчёты проводились в программе Rstudio (version 0.99.879 — © 2009–2016 RStudio, Inc., USA, 250 Northern Ave, Boston, MA 02210 844–448–121, info@rstudio.com) на языке R (R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>). Для сравнения показателей между группами использовался непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Дескриптивные характеристики представлены в виде медианы [первый квартиль; третий квартиль]

Таблица 1. Клинико-anamнестические показатели у больных ИБС с пограничными стенозами коронарных артерий и высоким биологическим возрастом

| Показатель | Частота |
|---|---------------------------|
| Количество обследованных | 21 |
| Коэффициент «паспортный возраст/сосудистый возраст» | 0,82 [0,53;0,98] |
| Мужчины | 19 (90,5% [78,3%;96,3%]) |
| Возраст, лет | 53 [46,5;55,0] |
| Давность ишемического анамнеза, месяцев | 23 [6;48] |
| Давность гипертонического анамнеза, месяцев | 61,2 [28,5; 86,8] |
| Семейный анамнез ИБС | 19 (90,5% [78,1%; 95,3%]) |
| Дебют АГ до 45 лет | 9 (42,9% [34,3%; 56,2%]) |
| Дебют ИБС до 45 лет | 7 (33,3% [28,4%;44,1%]) |
| Курение | 16 (76,2% [64,3%;82,4%]) |
| Индекс массы тела, кг/м ² | 31,6 [29,5; 39,6] |
| Инфаркт миокарда в анамнезе | 4 (21,1% [18,2%;26,1%]) |
| Ожирение | 10 (47,6% [34,5%;58,2%]) |
| Сахарный диабет | 4 (21,1% [16,3%;26,3%]) |

Таблица 2. Биохимические показатели крови и СЛСИ у обследованных больных

| Показатель | Значения |
|----------------------------|----------------|
| ОХС, ммоль/л | 5,4 [4,3;6,9] |
| ХС ЛПНП, ммоль/л | 3,5 [2,8;5,1] |
| ХС ЛПВП, ммоль/л | 1,5 [0,8;1,9] |
| ТГ, ммоль/л | 2,3 [0,9;3,2] |
| Базальная глюкоза, ммоль/л | 5,8 [4,1;6,1] |
| СРБ, мг/л | 8,5 [2,4;10,8] |
| СЛСИ | 8,6 [8,1;9,8] |

для числовых данных, процентов [нижняя граница 95% доверительный интервал (ДИ); верхняя граница 95% ДИ] для категориальных данных с вычислением границ ДИ по формуле Вильсона. Для статистической проверки гипотез о равенстве числовых характеристик выборочных распределений в сравниваемых группах использовался непарный U-критерий Манна-Уитни, производился расчет смещения распределений с построением 95% доверительного интервала для смещения. Для сравнения бинарных и категориальных показателей применялся точный двусторонний критерий Фишера. Проверку статистических гипотез проводили при критическом уровне значимости $p = 0,05$, т.е. различие считали статистически значимым, если $p < 0,05$. Нижнюю границу доказательной мощности брали равной 80%.

Результаты

Помимо 100%-го наличия АГ, четверо больных перенесли инфаркт миокарда давностью 1,4 года [1,1;2,4], столько же страдают сахарным диабетом 2 типа. Абдоминальное ожирение диагностировано у 10 пациентов

(47,6%). Характерны наличие семейного анамнеза ИБС (19–90,5% пациентов), а также ранний дебют (до 45 лет) АГ (9–42,9% пациентов) и ИБС (7–33,3% пациентов) и курение (16–76,2% пациентов) — табл. 1. Превышали референтные значения показатели ОХС (5,4 [4,3;6,9] ммоль/л), ХС ЛПНП (3,5 [2,8;5,1] ммоль/л), ТГ (2,3 [0,9;3,2] ммоль/л), базальной гликемии (5,8 [4,1;6,1] ммоль/л), СРБ (8,5 [2,4;10,8] мг/л). Средние значения СЛСИ, характеризующего жесткость сосудистой стенки (8,6 [8,1;9,8]), были близки к верхнему пределу референтных (9,0) — табл. 2.

Оценка резидуального риска на фоне проводимой терапии обнаружила в 100% случаев наличие значений ЛПНП выше 1,4 ммоль/л; в 66,7% — значения ТГ выше 1,7 ммоль/л; в 76,2% случаев повышение уровня СРБ выше 5,0 мг/л, в 14,3% случаев — отсутствие контроля АД (АД > 140/90 мм рт.ст.) и в 52,4% случаев — отсутствие контроля гликемии (глюкоза крови выше 5,6 ммоль/л) — табл. 3

Наконец, при ангиографическом исследовании с высокой частотой было выявлено пограничное поражение магистральных КА: ствола левой коронарной

Таблица 3. Частота отдельных параметров резидуального кардиоваскулярного риска у обследованных больных

| Показатель | Количество больных |
|-----------------------------|--------------------------|
| ХС ЛПНП > 1,4 ммоль/л | 21 (100%) |
| ТГ > 1,7 ммоль/л | 14 (66,7% [57,3%;72,4%]) |
| СРБ > 5 мг/л | 16 (76,2% [67,4%;79,3%]) |
| АД > 140/90 мм рт.ст. | 3 (14,3% [11,3%;17,2%]) |
| Глюкоза крови > 5,6 ммоль/л | 11 (52,4% [47,6%;59,1%]) |

Таблица 4. Характер поражения коронарного русла у обследованных больных

| Показатель | Частота |
|--|---------------------------|
| Поражение ствола ЛКА | 1 (4,8% [3,9%;5,1%]) |
| Поражение ПНА | 15 (71,4% [61,7%; 77,3%]) |
| Поражение ПКА | 7 (33,3% [25,8%;38,1%]) |
| Пограничное поражение двух и более артерий | 6 (28,6% [17,6%;34,2%]) |

артерии (ЛКА), передней нисходящей артерии (ПНА) и правой коронарной артерии (ПКА). При этом пограничное поражение двух и более артерий определялось у 6 (28,6%) обследованных (табл. 4).

Обсуждение и заключение

Больные стабильной стенокардией с пограничными стенозами КА представляют собой достаточно серьезную группу лиц в плане прогноза. Несмотря на отсутствие obstructивного поражения коронарных сосудов, риск кардиоваскулярных осложнений обусловлен практически 100%-ным наличием АГ с преобладанием длительности гипертонического анамнеза над длительностью ишемического, а также такими кардиометаболическими проявлениями, как высокие значения ИМТ, большая частота ДЛП, нарушений углеводного обмена и ожирения.

Преобладание биологического возраста над паспортным отражает развитие процесса старения по преждевременному типу, что сопровождается потерей эластичности и нарастанием жесткости сосудов. В этом отношении предложенный нами коэффициент для определения отношения паспортного возраста к биологическому при его значениях менее 1,0 может свидетельствовать о повышении биологического (сосудистого) возраста и быть основой для выделения соответствующего фенотипа пациентов.

Пациенты стабильной стенокардией с пограничными стенозами коронарных артерий и повышенным

биологическим возрастом имеют ряд неблагоприятных особенностей, способных повлиять на дальнейшее течение и исход заболевания. У них прослеживается высокая частота семейного анамнеза ИБС, часто АГ и ИБС дебютируют в молодом возрасте, больные часто курят, отмечена высокая частота ожирения, средние значения ИМТ соответствуют 1-й степени ожирения, более чем в 20% диагностирован сахарный диабет, что в совокупности также способствует преждевременному старению.

Анализ биохимических показателей обнаружил высокие значения ОХС, ХС ЛПНП, ТГ, базальной гликемии, а также значения СЛСИ, соответствующие верхней границе референтных.

Несмотря на проводившуюся на амбулаторном этапе терапию, оказалась высокой частота липидных и воспалительных (ХС ЛПНП, ТГ, СРБ) компонентов резидуального кардиоваскулярного риска, а также, параметров, отражающих недостаточный контроль АД и гликемии.

Наконец, еще одной неблагоприятной особенностью пациентов стабильной стенокардией с пограничными стенозами коронарных артерий и высоким биологическим возрастом была высокая частота поражения магистральных коронарных артерий, что вполне вероятно может сказаться на прогнозе заболевания и ранней необходимости интервенционных вмешательств.

ЛИТЕРАТУРА

1. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC) *European Heart Journal*. 2020, (41): 3 407–477. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425>
2. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*. 2019, (40): 2, 87–165. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394>
3. Gray CR, HA Hoffman HA, Hammond WS, Miller KL, Oseasohn RO. Correlation of arteriographic and pathologic findings in the coronary arteries in man. *Circulation*. 1962; 26:494–499 DOI: 10.1161/01.cir.26.4.494
4. Bai MF, Wang X. Risk factors associated with coronary heart disease in women: a systematic review. *Herz*. 2020; 45 (Suppl 1):52–57. doi: 10.1007/s00059–019–4835–2
5. Menotti A, Puddu PE. Epidemiology of Heart Disease of Uncertain Etiology: A Population Study and Review of the Problem. *Medicina (Kaunas)*. 2019; 55(10): 687. doi: 10.3390/medicina55100687
6. Azevedo DFC, Lima EG, Ribeiro MOL, Linhares Filho JPP, Serrano Júnior CV. Critical analysis of the classic indications for myocardial revascularization. *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2019; 65(3): 319–325. doi: 10.1590/1806–9282.65.3.319
7. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2016, 15(2): 4–19.
8. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH). *European Heart Journal*. 2018, (39): 33, 3021–3104.
9. Sehestedt Th, Jeppesen J, Hansen T W, Wachtell K, Ibsen H, Torp-Pedersen Ch, Hildebrandt P, Olsen M H. Risk prediction is improved by adding markers of subclinical organ damage to SCORE. *Eur Heart J*. 2010; 31(7): 883–891. doi: 10.1093/eurheartj/ehp546
10. Яхонтов Д.А., Останина Ю.О. Синдром раннего сосудистого старения у больных артериальной гипертензией в сочетании с ишемической болезнью сердца молодого и среднего возраста. *Медицинский алфавит*. 2018;1(3):33–36.
11. Сумин А.Н., Карпович А.В., Барбараш О.Л. Сердечно-лодыжечный индекс у больных ишемической болезнью сердца: взаимосвязь с распространенностью коронарного и периферического атеросклероза. *Российский кардиологический журнал*. 2012;(2):27–33.
12. Nilsson PM. Early Vascular Aging in Hypertension. *Front Cardiovasc Med*. 2020; 7:6. doi: 10.3389/fcvm.2020.00006.
13. Ротарь О.П., Толкунова К.М. Сосудистое старение в концепциях EVA и SUPERNOVA: непрерывный поиск повреждающих и протективных факторов. *Артериальная гипертензия*. 2020; 26(2): 133–145. <https://doi.org/10.18705/1607–419X-2020–26–2–133–145>.
14. Бояринова М.А., Алиева А.С., Ротарь О.П., Колесова Е.П., Могучая Е.В., Васильева Е.Ю., Солнцев В.Н., Баранова Е.И., Конради А.О. Ассоциация сосудистого возраста с метаболическим здоровьем у пациентов с ожирением. *Российский национальный конгресс кардиологов*. 2019; 813
15. Katsiki N, Koumaras C, Athyros VG, Karagiannis A. *Angiology*. Thinking beyond traditional cardiovascular risk factors: the role of arterial stiffness in targeting residual risk. 2012; 63(1):9–11. doi: 10.1177/0003319711406256.

© Яхонтов Давыд Александрович (mich99@mail.ru), Останина Юлия Олеговна (julia679@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Abusueva Z. — Chief Obstetrician-Gynecologist, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala
zuhraabusueva@mail.ru

Abusueva Z. — Chief Obstetrician-Gynecologist, FGBOU VO «Dagestan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala
zuhraabusueva@mail.ru

Admakin O. — MD, Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Ahmedova A. — Doctoral student of Baku State University
ehmedovaaynur19888@gmail.com

Alibeyli N. — Doctoral student of the Azerbaijan State Pedagogical University, Baku
azmbi@mali.ru

Aliiev T. — Kabardino-Balkar State University

Ashrafyan L. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Academician of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director of the Federal State Budgetary Institution NMIC AGP IM. IN AND. Kulakova
Levaa2004@yahoo.com

Askerova G. — Doctoral student of Baku State University
gunaay94@gmail.com

Bagirova S. — Doctoral student of Baku State University
shafaqbagirova90@gmail.com

Bagomedov R. — MD, Head of the Department, Honored Doctor RD, Doctor of the highest category, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala

Baluyev I. — A general practitioner, state budgetary institution of the Arkhangelsk region "Kotlas Central City Hospital named after St. Luke"
lv.balueff@yandex.ru

Bashketova N. — Chief State Sanitary Doctor for the city of St. Petersburg, Head, Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare for the city of St. Petersburg

Beisekeyeva Z. — PhD, ophthalmologist, MedPrime Clinic
julbs2015@gmail.com

Bobunov D. — Ph.D., Associate Professor, I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University (St. Petersburg); Head of the Medica Medical Holding
bobunovdn@gmail.com

Bobyshev P. — Graduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
141963141963@mail.ru

Buntov A. — Head of the development department of the Supermarket company, Moscow
buntoff@gmail.com

Cherdantseva T. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlov
cherdan.morf@yandex.ru

Chernobrovkina A. — Candidate of Medical Sciences, FSBI Russian Scientific Center for Radiology and Surgical Technologies named after A.I. Academician A.M. Granov of the Ministry of Health of Russia; Doctoral, FGBOUVO "First St. Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlova" of the Ministry of Health of the Russian Federation
morreliah@rambler.ru

Davtyan M. — Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia
Akkeron2010@gmail.com

Dmitriev N. — Candidate of Medical Sciences, Surgeon of the hospital project of the International Committee of the Red Cross
nv_dmitriev@mail.ru

Dybov A. — MD, Associate Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Dyshekova F. — Graduate student, Kabardino-Balkar State University
Neonat03@mail.ru

Fischev S. — MD, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
super.kant@yandex.ru

Glazkova A. — Graduate student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)
ang1292@yandex.ru

Goryunov A. — Ph.D., Associate Professor, Moscow Aviation Institute
msgor@mail.ru

Grigoryan D. — Senior Developer, Bauman Moscow State Technical University, Moscow
david8lumen@gmail.com

Harahnin K. — Ph.D., Associate Professor, Cherepovets State University
harahninka@chsu.ru

Hudasova O. — Senior lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University»
hudasova_og@bsu.edu.ru

Irbitskiy I. — Postgraduate student, Moscow Aviation Institute (National Research University)
scarletsurge.u@gmail.com

Iskender E. — Doctor of Biological Sciences, prof., Central Botanical Garden of ANAS
acae55@hotmail.com

Iureva S. — Candidate of Medical Sciences, Northern State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
Silviya5@yandex.ru

Ivashchenko A. — Assistant professor, Moscow State Construction University
ivashchenko_a@inbox.ru

Ivashchuk O. — Holder of an advanced doctorate in engineering sciences, professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University»

Kalmykova A. — Kabardino-Balkar State University

Kapitova I. — Candidate of Medical Science, Associate Professor, Chuvash State University
profmed-chgu@yandex.ru

Khashaeva T. — Associate Professor, FGBOU VO «Dagestan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala

Klimov A. — PhD, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
pstom4@zdrav.spb.ru

Kochergin S. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation
prokochergin@rambler.ru

Kolosova T. — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlov
tkkolosova@gmail.com

Koltsova I. — Postgraduate student, Chuvash State University
irka_vladi@vk.com

Konovalov A. — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBA named after K.I. Scriabin, Moscow
zoolog82@mail.ru

Kostikov Yu. — Ph.D., Associate Professor, Moscow Aviation Institute
jkostikov@mail.ru

Krasov A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M.A. Bonch-Bruевич
krasov@inbox.ru

Kravchuk A. — MD, Professor, Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia
rinotrop@mail.ru

Kuchmezova F. — Kabardino-Balkar State University

Kulumbetovna J. — Candidate of medical sciences, ophthalmologist, geneticist

Kupcova S. — FSBEI HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogaryova»
svetlkupcova@yandex.ru

Kuznetcova O. — Postgraduate, Cherepovets State University
oukuznetcova@severstal.com

Labzina M. — FSBEI HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogaryova»
LudmilaMedin@yandex.ru

Lazutin A. — Orthopedic traumatologist, FSBI "Northwest District Scientific and Clinical Center named after L.G. Sokolov" FMBA of Russia, St. Petersburg
lazutin.as@yandex.ru

Lepilin A. — MD, Professor, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky Ministry of Health of the Russian Federation
lepilins@mail.ru

Lomkov M. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBA named after K.I. Scriabin, Moscow
lomskovma@mail.ru

Lyashenko A. — I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University (Saint Petersburg)
grobovaya98@mail.ru

Lyashenko E. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Institute "S.I. Georgievsky Medical Academy" V.I. Vernadsky KFU (Simferopol)
helen.lyashen@mail.ru

Mamaeva S. — Assistant, FGBOU VO «Dagestan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala
mamaeva.salidat@mail.ru

Mamedov A. — MD, Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Mamedov T. — Doctor of Biological Sciences, Prof., Corresponding Member of ANAS, Director of the Institute of Dendrology of ANAS
dendrary@mail.az

Marchenkova I. — I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University (Saint Petersburg)
i-marchenkova@list.tu

Maslova Z. — Candidate of Biological Science, Associate Professor, Chuvash State University
zh_maslova@mail.ru

Medzhidova A. — Candidate of Medical Sciences, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala

Medzhidova A. — Candidate of Medical Sciences, FGBOU VO «Dagestan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala
Asholya2012@yandex.ru

Medzhidova Z. — Professor, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala
roddom2m@mail.ru

Muradova S. — Teacher, Azerbaijan State Pedagogical University, Baku
sevdamuradova3@gmail.com

Netsvetaeva E. — I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University (Saint Petersburg)
yaulena@mail.ru

Ognetov S. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia
ognetovlor@rambler.ru

Ostanina Yu. — Candidate of medical sciences, associate professor, Novosibirsk State Medical University
julia679@yandex.ru

Prokofiev A. — Ph.D., Associate Professor, Moscow Aviation Institute
prokofev812@gmail.com

Prokopenko D. — FSBEI HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogaryova"
prokopenko_darina@mail.ru

Promotorova E. — Candidate of biological sciences, Tyumen State University
vi-kaspr@yandex.ru

Puzdyreva M. — PhD, Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
seven-spb@yandex.ru

Romanenkov A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University); Senior Researcher, FITZ IU RAS
romanaleks@gmail.com

Romanenkov A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University); Senior Researcher, FITZ IU RAS
romanaleks@gmail.com

Romanova L. — Candidate of Biological Science, Associate Professor, Chuvash State University
samung2008@yandex.ru

Romashkova O. — Doctor of Engineering, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow
ox-rom@yandex.ru

Rozhkova M. — Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
rozmaria2010@yandex.ru

Rudnichenko N. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Odessa State Polytechnic University (ONPU), Odessa
nickolay.rud@gmail.com

Saakova A. — MD, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; Head of the Department, Makhachkala Maternity Hospital No. 2, Makhachkala

Sagalaeva A. — Post-graduate student, Moscow City University (MCU), Moscow
omegaanya@gmail.com

Saveliev R. — Postgraduate student, Siberian State Aerospace University named after academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk
savelyevroman@mail.ru

Sereda E. — Institute "S.I. Georgievsky Medical Academy" V.I. Vernadsky KFU (Simferopol)
liza.sereda.98@mail.ru

Sevastyanov A. — MD, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
ardy.dkr@mail.ru

Sharipova G. — FSBEI HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogaryova"
gulnoza.sharipova.13@mail.ru

Shishko T. — Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University Ministry of Health Care of the Russian Federation
tat-sh04@rambler.ru

Shurukht K. — Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBA named after K.I. Scriabin, Moscow

Sirotkina D. — Assistant, Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlov
sirotkina.dashulya@inbox.ru

Smirnova A. — Siberian Federal University
Smirnova.krasnoyarsk@inbox.ru

Soskov A. — Kaluga Branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
Alekcandr-angel@mail.ru

Stefanyan N. — Associate Professor, FGBOU VO «Dagestan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala
nstefanyan@inbox.ru

Stefanyan N. — Ph.D., Associate Professor, Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Makhachkala

Streltsov A. — Doctor of Biological Sciences, Professor, K.E. Tsiolkovsky Kaluga State University
biomona@mail.ru

Stulnikov K. — Moscow Aviation Institute (National Research University)
frostik0409@gmail.com

Svetlova M. — Doctor of Medical science, Ass. Prof., Petrozavodsk State University
marinasvetlovacom@yandex.ru

Sychev I. — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlov
i.sytchev@rzgmu.ru

Tamarova Yana Andreevna, —FSBEI HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogaryova"
ya.tihanova@yandex.ru

Tolmacheva N. — Doctor of Medical Science, Professor, Chuvash State University
natalia71annet@gmail.com

Tolstova A. — FSBEI HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogaryova"
asyatol97@mail.ru

Tokar Ya. — I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University (Saint Petersburg)
yana.tokar.90@mail.ru

Udalov N. — Moscow Aviation Institute (National Research University)
nnudalov@gmail.com

Uzbekova L. — Rostov State Medical University
leila1998.999@mail.ru

Vasilyeva N. — Assistant, St. Petersburg State Pediatric
Medical University Ministry of Health Care of the Russian
Federation
vas.nell@yandex.ru

Vavanov D. — Lecturer, Moscow State University of Civil
Engineering
kohinor51@yandex.ru

Veliyeva L. — Junior researcher of the Central Botanical
Garden of ANAS
ya.leyla25@yandex.com

Vorotyntsev A. — Candidate of physical and
mathematical sciences, research fellow of FRC CSC RAS
avv_alexv@mail.ru

Wei Xiaoyu — Bauman Moscow State Technical University
569006420@mail.ru

Yakhontov D. — Doctor of medical sciences, professor,
Novosibirsk State Medical University
mich99@mail.ru

Yanaeva R. — Kabardino-Balkar State University

Yusupova Z. — I.I. Mechnikov Northwestern State Medical
University (Saint Petersburg)
airadgabrailova2@gmail.com

Zakarigaeva R. — PhD, gynecologist, FGBOU VO
«Dagestan State Medical University» of the Ministry of
Health of the Russian Federation, Makhachkala

Zheng Jingyi — Bauman Moscow State Technical
University
sofiazjy@gmail.com

Zheng Jing — Bauman Moscow State Technical University
sofiazjy@gmail.com

Zhilenko (Efanova) N. — PhD in Biology, Siberian State
University of Science and Technology. acad. M.F. Reshetnev,
Krasnoyarsk
efanova_natalia@mail.ru

Zhukova V. — Moscow State Academy of Veterinary
Medicine and Biotechnology named after K.I. Scriabin,
Moscow
viki.zhukova@yandex.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).

