

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 7-2 2022 (ИЮЛЬ)

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](mailto:redaktor@nauteh.ru)  
<http://www.nauteh-journal.ru>

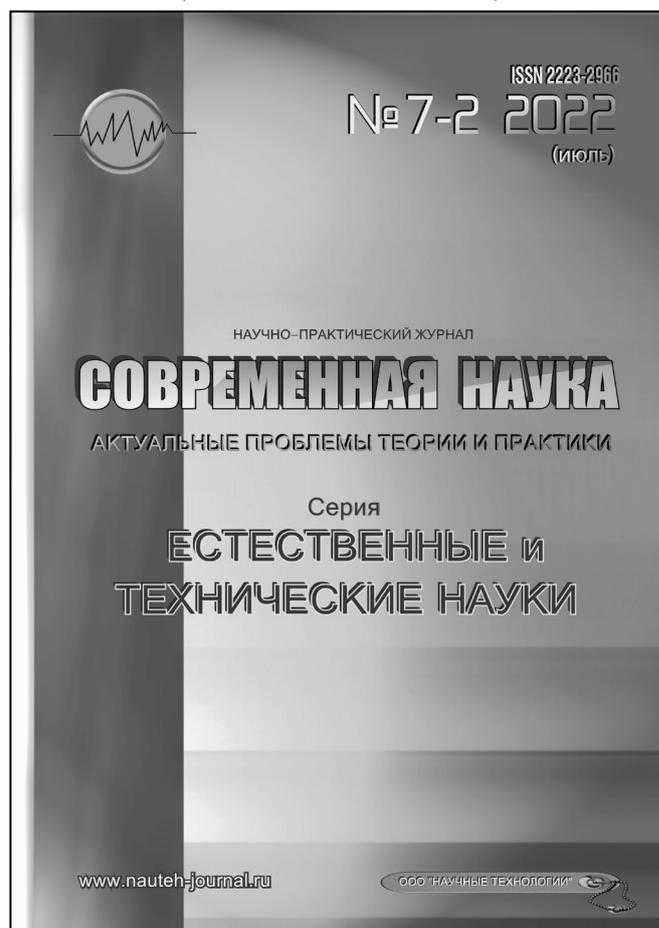
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

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 25.07.2022 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

**Ализаде Севда Айдын кызы** — Генетика мукополисахаридоза III типа (синдром Санфилиппо) у детей из Азербайджана

*Alizada Sevda Aydin* — Mucopolysaccharidosis type III (Sanfilippo syndrome) genetics for children from Azerbaijan ..... 5

**Гадимов А.Г., Ализаде К.С., Рагимова С.Н., Расулова С.М.** — Активность нитратредуктазы у вигны при хлоридном засолении с участием триходермы и молибдена

*Gadimov A., Alizadeh K., Rahimova S., Rasulova S.* — Nitrareductase activity in cowpeas under chloride salinization with the participation of trichoderma and molybdenum ..... 9

**Дуденкова Н.А., Шубина О.С.** — Морфофункциональные особенности строения яичников самок белых крыс в период полового созревания

*Dudenkova N., Shubina O.* — Morphofunctional features of the ovarian structure of white rat female during puberty ..... 16

**Козлова А.А.** — Геоинформационный мониторинг муравьев как биоиндикаторов при оценке лесорастительных условий Республики Мордовия

*Kozlova A.* — Geoinformation monitoring of bioindicator ants in forest growing conditions examining of the Republic of Mordovia ..... 21

**Комусова О.И., Шубина О.С., Кирдяшккина О.В.** — Изменение гематологических и иммуноцитохимических показателей крови белых крыс при интоксикации ацетатом свинца и введении антиоксидантов

*Komusova O., Shubina O., Kirdyashkina O.* — Changes in hematological and immunocytochemical parameters of the blood of white rats with lead acetate intoxication and the introduction of antioxidants ..... 28

**Мамедова Вафа Фарман кызы, Асланова Егяна Азад кызы** — Загрязнение притоков реки Куры – Храмчай и Акстафачай

*Mamedova Vefa Farman, Aslanova Yegana Azad* — Pollution of the tributaries of the Kura river – Khamchay and Akstafachay ..... 33

**Нестеренко А.О., Евсева Г.П., Целых Е.Д.** — Оценка влияния химического состава компонентов окружающей среды на элементный статус подростков Хабаровского края

*Nesterenko A., Evseeva G., Tselikh E.* — Evaluation of the influence of the chemical composition of environmental components on the elemental status of adolescents in Khabarovskiy krai ..... 36

**Юсифова А.А.** — Общая характеристика грибов, участвующих в формировании микобиоты некоторых кормовых растений флоры Азербайджана

*Yusifova A.* — General characteristics of fungi participating in the formation of mycobiota of some forage plant flora of Azerbaijan ..... 42

## Информатика, вычислительная техника и управление

**Асфха Амануэль Эстифанос, Вайш Абхишек** — Информационная безопасность в сфере нефтегазовой промышленности: угрозы, риски, меры предупреждения

*Asfha Amanuel Estifanos, Vaish Abhishek* — Cybersecurity threats in oil and gas industrial information system (IIS) ..... 45

**Борzych Н.Ю., Приходько Н.А., Сапрыкин Д.А.** — Анализ необходимости внедрения технологии RPA в приемную комиссию РТУ МИРЭА

*Borzykh N., Prikhodko N., Saprykin D.* — Analysis of the need to introduce RPA technology to the university admissions committee RTU MIREA ..... 53

<b>Дадабекова А.Д., Вихтенко Э.М.</b> — Создание цифрового образовательного ресурса «Модель солнечной системы»	<b>Лукашевич М.И., Мануйлов А.М.</b> — Современный взгляд на подходы к диагностике и лечению больных эпителиальным копчиковым ходом
<i>Dadabekova A., Vikhtenko E.</i> — Creating a digital educational resource “Model of the solar system”. . . . . 60	<i>Lukashevich M., Manuilov A.</i> — Literature review. A modern view on approaches to the diagnosis and treatment of patients with epithelial coccygeal passage . . . . . 98
<b>Капустин М.Н.</b> — Методика повышения производительности виртуальных серверов при использовании средств антивирусной защиты	<b>Уруджева Н.Г., Эседова А.Э., Мамедов Ф.С.</b> — Менопаузальный метаболический синдром. Пути профилактики осложнений
<i>Kapustin M.</i> — A technique for improving the performance of virtual servers when using anti-virus protection tools. . . . . 67	<i>Urudzheva N., Esedova A., Mammadov F.</i> — Menopausal metabolic syndrome. Ways to prevent complications . . . . . 105
<b>Ноек И.Д., Замега Э.Н., Демичев В.А., Блохина О.А.</b> — Создание сервисов по оцифровке шахматных и бильярдных партий	<b>Харитонов Н.В., Голубева К.С., Вицукаев В.В., Трофимов Н.А., Макальский П.Д., Завгородний В.Н.</b> — Опыт применения левосимендана в качестве предоперационной подготовки перед хирургической реваскуляризации миокарда у пациентов с систолической дисфункцией левого желудочка
<i>Noek I., Zamega E., Demichev V., Blokhina O.</i> — Creation of services for digitizing chess and billiard games . . . . . 72	<i>Kharitonov N., Golubeva K., Vitsukayev V., Trofimov N., Makalskiy P., Zavgorodniy V.</i> — Quality of life in patients with low ejection fractions after various methods of myocardial revascularization on the open heart. . . . . 115
<b>Полещук Е.М., Щербинина И.А., Путилова С.Е.</b> — Оценка работоспособности исходного кода смарт-контракта морского коносаменты с помощью модульного тестирования	<b>Хутиев Ц.С., Беслекоев У.С., Хутиева И.К., Хутиева Н.Ц., Наниев Б.Л., Петриашвили И.Р.</b> — Динамика заболеваемости, смертности, выживаемости и пути совершенствования онкологической помощи при раке молочной железы в республике северная Осетия — Алания в 1991–2021 гг.
<i>Poleshchuk Ev., Shcherbinina I., Putilova S.</i> — Reliability assessment of a smart contract Sea bill of lading . . . . . 79	<i>Khutiev T., Beslekoev U., Khutieva I., Khutieva N., Naniev B., Petriashvili I.</i> — Dynamics of morbidity, mortality, survival and ways to improve oncological care in breast cancer in the republic of north Ossetia-Alania in 1991–2021. . . . . 122
<b>Рябовичева О.В., Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н., Чискидов С.В.</b> — Процесс обработки и передачи виртуальных данных в вычислительных комплексах и компьютерных сетях ВУЗа	<b>Информация</b>
<i>Riabovicheva O., Romashkova O., Ermakova T., Chiskidov S.</i> — Processing and transfer of virtual data in computer complexes and computer networks of the university. . . . . 85	<b>Наши авторы. Our Authors.</b> . . . . . 130
<b>Кукушкин Е.П., Мидленко В.И., Мидленко О.В.</b> — Способ предупреждения повреждения большой подкожной вены при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку	<b>Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале</b> . . . . . 132
<i>Kukushkin Ev., Midlenko V., Midlenko O.</i> — Method for prevention of damage to great saphenous vein in surgery access to internal ankle . . . . . 93	

# ГЕНЕТИКА МУКОПОЛИСАХАРИДОЗА III ТИПА (СИНДРОМ САНФИЛИППО) У ДЕТЕЙ ИЗ АЗЕРБАЙДЖАНА

*Ализаде Севда Айдын кызы*

*К.б.н., Азербайджанский Медицинский Университет,*

*г. Баку*

*alizadasevda@yahoo.com*

## MUCOPOLYSACCHARIDOSIS TYPE III (SANFILIPPO SYNDROME) GENETICS FOR CHILDREN FROM AZERBAIJAN

*S. Alizada*

*Summary.* Enzyme analysis based we were able to identify deficiency of Heparan N-sulfatase and Heparan acetyl-CoA-glucosamine-N-acetyltransferase, which coincide with MPS subtypes as MPS IIIA and MPS IIIC — Sanfilippo syndrome.

Molecular genetic analysis of SGSH and HGSNAT genes identified their mutations. For SGSH gene mutation c.7\_16del (Cys3ProfsTer) was identified, and for HGSNAT there were two mutations found: c.852–1G>A in intron 9 and c.1345dup in exon 13 (p.Asp449Glyfs\*21). All three mutations were in homozygous state. They are known and presented in scientific articles and research.

*Keywords:* Mucopolysaccharidosis type III, enzyme, Sanfilippo syndrome, gene, protein, Heparan N-sulfatase, Heparan acetyl-CoA-glucosamine-N-acetyltransferase.

*Аннотация.* На основании ферментного анализа: удалось выявить дефицит гепаран-N-сульфатазы и гепаран ацетил-КоА-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза, которые соответствуют подтипам МПС IIIA и МПС IIIC болезни Санфилиппо.

Молекулярно-генетический анализ генов SGSH и HGSNAT идентифицировал мутации генов. Для гена SGSH идентифицирована мутация c.7\_16del (Cys3ProfsTer), а для гена HGSNAT идентифицировано две мутации: c.852–1G>A в интроне 9 и c.1345dup в экзоне 13 (p.Asp449Glyfs\*21). Все три мутации были в гомозиготном состоянии. Они известны и ранее описаны в научной литературе.

*Ключевые слова:* мукополисахаридоз III типа, фермент, синдром Санфилиппо, белок, ген, гепаран N-сульфатаза, гепаран ацетил-КоА-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза.

## Введение

**М**укополисахаридозы (МПС) — группа наследственных болезней обмена веществ, связанных с нарушением метаболизма гликозаминогликанов (ГАГ), приводящее к поражению органов и тканей. Данные заболевания обусловлены мутациями генов, контролирующих процесс внутрилизосомного гидролиза макромолекул [1–2].

Синдром Санфилиппо назван в честь доктора Сильвестра Санфилиппо, который в 1963 г впервые описал это заболевание. При синдроме Санфилиппо характерны задержка умственного развития и, как правило, незначительные отклонения в физическом здоровье [3–4].

Мукополисахаридоз III типа (Синдром Санфилиппо) — наследственная лизосомальная болезнь накопления, генетически гетерогенная, обусловленная накоплением гепарансульфата (ГС) и характеризующаяся прогрессирующей умственной отсталостью, умеренными изменениями скелета. На данный момент спец-

ифического лекарства для пациентов с данным заболеванием не разработано, но существует множество разных способов помочь пациентам с МПС преодолеть трудности и получать радость от жизни. Все вышеперечисленные признаки приводят к инвалидизации, а при тяжелом течении болезни — к летальному исходу [5–6].

Установлено четыре подтипа МПС III, каждый из которых возникает с дефицитом ферментов: гепаран-N-сульфатаза (МПС IIIA), гепаран-N-ацетил-D-глюкозаминидаза (МПС IIIB), гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза (МПС IIIC), N-ацетилглюкозамин-6-сульфатаза (МПС IIID). Гены этих ферментов расположены на 8, 12 и 17 хромосомах. Дефицит разных ферментов приводит к накоплению одного или нескольких типов гликозаминогликанов (ГАГ) — гепарансульфата (ГС) [7].

МПС III наследуется по аутосомно-рецессивному типу и является генетически гетерогенным заболеванием. Родители больного ребенка — гетерозиготные носители

Таблица 1. Результаты генетических анализов генов SGSH и HGSNA

МПС III	Ген	Мутация	Белок
МПС IIIA	SGSH: NM_000199.5	c.7_16del	p.Cys3ProfsTer9
МПС IIIC	HGSNAT NM_152419.2	c.852-1G>A интрон 9	-
МПС IIIC	HGSNAT NM_152419.2	c.1345dup Экзон 13	p.(Asp449Glyfs*21)

патологического гена. Частота встречаемости в среднем 1 на 70000–80000 живых новорожденных. Является третьим по частоте встречаемости среди всех известных в настоящее время мукополисахаридозов [8].

Таким образом, учитывая неизученность генетики болезни МПС у населения Азербайджанской Республики, в частности синдрома Санфилиппо (МПС III), целью наших исследований является исследование генетики болезни с использованием комплекса современных молекулярно-генетических методов диагностики.

### Материалы и методы

Начиная с 2018 по 2022 гг, материал был собран в специализированных детских медицинских учреждениях г. Баку, а также в выездных экспедиционных условиях в регионы Республики. Больные отобраны при клиническом осмотре врача-педиатра и врача-генетика. Выявлено 56 пациентов в возрасте от 6 месяцев до 28 лет. Пациенты по половой принадлежности были распределены следующим образом: 31 пациентов мужского и 25 женского пола. Забор кровь пациентов производили на DBS (Dry Blood Sample) карты.

Всем пациентам был проведен ферментный анализ крови на все типы МПС. Для этого были использованы следующие ферменты: альфа-L-идуронидаза (МПС I), идуронат-2-сульфатаза (МПС II), бета-галактозидаза (МПС IVB), гепаран-N-сульфатаза (МПС IIIA), альфа-N-ацетилглицоаминидаза (МПС IIIB), ацетил-КоА-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза (МПС IIIC), N-ацетилглюкозамин-6-сульфатаза (МПС IIID), N-ацетил-галактозамин-6-сульфатаза (МПС IVA), арилсульфатаза B (МПС VIB).

Для определения активности ферментов использовали метод флуориметрии, а тестирование мутации проводили NGS (*next generation sequencing*) методом (секвенирование нового поколения).

ДНК, полученную из образца периферической крови пациента, исследовали методом секвенирования нового поколения. «Более 99% кодирующих областей этих генов были изучены с глубиной чтения не менее 50X. Средняя глубина чтения составляет 1559 показаний.

В анализ были включены соединения экзон-интрон ( $\pm 10$  п.н.). Классификацию патогенности полученных данных проводили согласно «Руководству ACMG\*».

### Результаты собственных исследований

Проведенный скрининг с использованием ферментов для диагностики типов МПС III удалось из 56 пациентов у 11 выявить дефицит ферментов: гепаран-N-сульфатаза (3 пациента) и гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза (8 пациента), соответствующие МПС IIIA и МПС IIIC, соответственно.

Дефицит активности фермента гепаран-N-сульфатаза характерен для МПС IIIA, тогда как дефицит активности фермента гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза характерен для МПС IIIC.

У трех пациентов уровень ферментов гепаран-N-сульфатаза (Г.И.) и гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза (Г.И. и Т.М.) были сильно снижены и варьировали в пределах  $< 0,0$  (LOD)  $\mu\text{mol/L/h}$  —  $< 0,2$  (LOD)  $\mu\text{mol/L/h}$ , что характерно для гомозиготного или двойного гетерозиготного состояния заболевания, при норме  $\geq 2,0$   $\mu\text{mol/L/h}$ .

У восьми пациентов уровень активности ферментов гепаран-N-сульфатаза и гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза был снижен почти на половину нормальной активности ферментов  $< 0,8$  (LOD)  $\mu\text{mol/L/h}$  —  $< 0,1$  (LOD), что характерно для гетерозиготного состояния.

Для всех 11 пациентов с измененной активностью ферментов гепаран-N-сульфатаза и гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза проведен молекулярный анализ генов SGSH (N-сульфоглюкозамин сульфогидролаза) и HGSNA (гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза).

Результаты молекулярных анализов генов SGSH и HGSNA для трех пациентов с подозрением на гомозиготное состояние представлен в таблице 1.

Таблица 2. Подтипы МПС III, расположение гена в хромосоме, локус и название фермента

Фенотип	Расположение	Фенотип	Ген	Локус	Фермент
МПС IIIA	17q25.3	252900	SGSH	605270	гепаран-N-сульфатаза
МПС IIIB	17q21.2	252920	NAGLU	609701	альфа-N-ацетил-D-гликозаминидаза
МПС IIIC	8p11.21	252930	HGSNAT	610453	гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза
МПС IIID	12q14.3	252940	GNS	607664	N-ацетилглюкозамин-6-сульфатаза

У пациента Б.М., 2017 года рождения, девочки с нулевой активностью фермента гепаран-N-сульфатаза (<0,0 (LOD)  $\mu\text{mol/L/h}$ ) удалось идентифицировать мутацию с.7\_16del гена SGSH: (NM\_000199.5). Наблюдается делеция с 7-го нуклеотида до 16-го нуклеотида включительно. Вследствие мутации происходит терминация на уровне 8-й аминокислоты. Мутация у пациента была в гомозиготном состоянии. Дополнительно у двух лиц также выявлена данная мутация в гетерозиготном состоянии.

Ген SGSH фермента гепаран-N-сульфатаза идентифицирован в 1995 г. Он локализуется на 17 хромосоме в области 17q25.3. Болезнь МПС IIIA составляет 60% от всех подтипов болезни (см.табл.2.).

МПС IIIA — наиболее распространенный подтип. Течение заболевания при этой форме наиболее тяжелое, с ранним началом, наиболее быстрым прогрессированием симптомов и короткой продолжительностью жизни (9).

Эпидемиологические исследования в Британской Колумбии с 1952 по 1986 гг. выявили 4 случая с МПС IIIA, что составило 1 на 324.617 живых новорожденных. Установлена частота встречаемости МПС IIIA у населения Нидерландов 1,16–0,88: на 100000 живых новорожденных (10).

По результатам наших исследований среди 56 случаев с болезнью МПС у трех пациентов удалось идентифицировать ген SGSH: у одного гомозиготное, у двух гетерозиготное состояние мутации.

У двух пациентов идентифицирована мутация в гене в HGSNAT, что характерно для МПС IIIC.

Пациент Г.И., 2006 года рождения, мальчик, имел мутацию с.852–1G>A в интроне 9. Мутация с.852–1G>A гена HGSNAT разрушает высоко консервированный сплайс сайт акцептора экзона 10. В соответствии с HGMD Professional 2019.1. Эта мутация ранее была описана как расстройство, вызывающее МПС IIIC (11,12).

В списке ClinVar эта мутация отмечена как патогенная (клиническое тестирование, ID: варианта 556501). Гомозиготность мутации подтверждена тестированием родителей. Она классифицируется как патогенная (класс 1) соответствие с рекомендациями Centogene и ACMG.

Больной Т.М., 2006 г. рождения, мальчик, у него при генетическом исследовании идентифицирована мутация с.1345dup p.(Asp449Glyfs\*21) в экзоне 13 гена HGSNAT, что создает сдвиг рамки считывания, начиная с кодона 449. Новая рамка считывания заканчивается остановкой кодона 20 В соответствие HGMD Professional 2019.1. Эта мутация ранее была описана как расстройство, вызывающее МПС IIIC (13). В списке ClinVar эта мутация отмечена как патогенная (клиническое тестирование, ID: варианта 1231) и неопределенная (клиническое тестирование, ID: варианта 1231). Она классифицируется как патогенная (класс 1) соответствие с рекомендациями Centogene и ACMG.

Ген болезни МПС IIIC HGSNAT, кодируемый ферментом гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетилтрансфераза, найден в 2006 г. Ген локализуется в хромосоме 8, в области 8p11.1. Он составляет 4% от всех подтипов болезни (см.Табл.2). Эпидемиологические исследования в Западной Австралии с 1969–1998 гг. Выявили 11 случаев с МПС III (1:58000) по 5 больных с МПС IIIA и МПС IIIB, у одного идентифицирован МПС IIIC тип (14).

Khan et al. (2017) при обследовании населения Японии и Швейцарии с 1982 по 2009 гг. обнаружили 467 случаев с МПС. Частота встречаемости составила 1,53 на 100.000 живых новорожденных. Типы МПС были распределены таким образом: МПС II составил 55% всех МПС VII больных с МПС (0,84:100000). Частота МПС I, III, IV, VI и VII составила 15%, 16%, 10%, 1,7% и 1,3% соответственно.

Распространенность синдрома Санфилиппо в разных странах мира весьма вариабельна: примерно 1 на 280000 родившихся в Северной Ирландии до 1 на 66000 в Австралии и 1 на 50000 в Нидерландах. Тип

А наиболее распространен в северо-западной Европе, тип В — в юго-восточной Европе, типы С и D встречаются намного реже (10, 15, 16).

## Выводы

Таким образом, резюмируя наши исследования по выявлению болезни МПС III у населения Азербайджанской Республики, у 11 пациентов из 56 обследованных выявили дефицит ферментов гепаран-N-сульфатаза и гепаран ацетил-КоА: гепаран-глюкозамин-N-ацетил-трансфераза.

Молекулярно-генетический анализ позволил идентифицировать мутации генов SGSH и HGSNAT. Для гена SGSH идентифицирована мутация с.7\_16del (Cys3ProfsTer), а для гена HGSNAT идентифицировано две мутации: с.852-1G>A в интроне 9 и с. 1345dup в экзоне 13 (p.Asp449Glyfs\*21). Все три мутации были в гомозиготном состоянии. Они известны и ранее описаны в литературе.

Обсуждаются пути профилактики болезни МПС IVA типа для населения Азербайджанской Республики в семьях родителей репродуктивного возраста.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Marlies J.V., Sanne N., Hanne T.B. et al. Mucopolysaccharidosis type IIIA: Clinical spectrum and genotype-phenotype correlations. *Ann. Neurol.*, 2010. v.68, iss.6., p.876–887.
2. Benedicte H., Yann M., Roseline F. et al. Incidence and natural history of mucopolysaccharidosis type III in France and comparison with United Kingdom and Greece.// *Am J Med Genet A.*, 2011, v.155A (1), p.58–68.
3. Bhattacharyya, R. Gliddon B., Beccari T. et al. A novel missense mutation in lysosomal sulfamidase is the basis of MPS IIIA in a spontaneous mouse mutant.// *Glycobiology*, 2001, v.11, p.99–103.
4. Esposito S., Balzano N., Daniele A. Heparan N-sulfatase gene: two novel mutations and transient expression of 15 defects.// *Biochim. Biophys. Acta*, 2000, v.1501(1), p.1–11.
5. Valstar M.J., Ruijter G.J.G., van Diggelen O.P. et al. Sanfilippo syndrome: a mini-review. // *J Inherit Metab Dis.*, 2008; v.31(2), p.240–252.
6. Marlies J Valstar, Jan Pieter Marchal, Martha Grootenhuys, Vivian Colland, Frits A Wijburg. Cognitive development in patients with Mucopolysaccharidosis type III (Sanfilippo syndrome).// *Orphanet Journal of Rare Diseases.*, 2011, v.20, p.6:43.
7. Cleary M.A., Wraith J.E. Management of mucopolysaccharidoses type III. // *Arch Dis Child*, 1993, v. 69(3), p.403–406.
8. B.W. Brian, E.M. Cross, S. Grant, S. Jones, J.E. Wraith, Louise V.M., M. Lomax, J.H. Dougal. An investigation of the middle and late behavioural phenotypes of Mucopolysaccharidosis Type-III.// *J Neurodev Disord.*, 2014; 6(1): 46. <https://doi.org/10.1186/1866-1955-6-46>
9. Khan S.A., Peracha H., Ballhausen D. et al. Epidemiology of mucopolysaccharidoses.// *Molecular Genetics and Metabolism*, 2017, v.121(3), p.227–240.
10. Poorthuis B.J., Wevers R.A., Kleijer W.J. Et al. The frequency of lysosomal storage diseases in The Netherlands. // *Hum. Genet.*, 1999, v.105(1–2), p.151–156
11. Fedele A.O. et al., Mutational analysis of the HGSNAT gene in Italian patients with mucopolysaccharidosis IIIC (Sanfilippo C syndrome). *Mutation in brief 959*// *Online. Human Mutation*, 2007, 28(5): 523. <https://doi.org/10.1002/humu.9488>
12. Hui Y. Xiong et al., RNA splicing/ The human splicing code reveals new insights into the genetic determinants of disease.// *Science*, 2015, 9; 347(6218):1254806. Free PMIC article. doi:10.1126/science.1254806
13. Fan X. et al., Identification of the gene encoding the enzyme deficient in mucopolysaccharidosis IIIC (Sanfilippo Disease Type C). // *Am J Hum Genet.*, 2006, v.79(4), p.738–744.
14. John Nelson, June Crowhurst, Bill Carey, Lawrence Greed. Incidence of the mucopolysaccharidoses in Western Australia.// *Am J Med Genet A.*, 2003, v.123A (3), p.310–313,
15. Aronovich E.L., Carmichael K.P., Morizono H. Canine heparan sulfate sulfamidase and the molecular pathology underlying Sanfilippo syndrome type A in Dachshunds.// *Genomics*, 2000 v.68(1), p.80–84.
16. Lowry R.B., Applegarth D.A., Toone J.R. et al. An update on the frequency of mucopolysaccharide syndromes in British Columbia.// *Hum Genet.*, 1990, v.85 (3), p. 389–390.

© Ализаде Севда Айдын кызы ( alizadasevda@yahoo.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## АКТИВНОСТЬ НИТРАТРЕДУКТАЗЫ У ВИГНЫ ПРИ ХЛОРИДНОМ ЗАСОЛЕНИИ С УЧАСТИЕМ ТРИХОДЕРМЫ И МОЛИБДЕНА

### NITRAREDUCTASE ACTIVITY IN COWPEAS UNDER CHLORIDE SALINIZATION WITH THE PARTICIPATION OF TRICHODERMA AND MOLYBDENUM

**A. Gadimov  
K. Alizadeh  
S. Rahimova  
S. Rasulova**

*Summary.* The article studied the influence of the micromycete *Tr. Asperellum* and molybdenum on nitrate reductase activity and morphological parameters of the root and aerial part of 3 weeks old cowpea plant of the Galib variety (*Vigna unguiculata* (L) Walp) under chloride salinity (50,100,150 mMNaCl). It is shown that the reason for the decrease in plant weight in a saline environment is partly due to the weakening of nitrate nutrition. *Trichoderma* and molybdenum protect the enzyme from the toxic effect of chloride salinity, positively affecting the activity of plant nitrate reductase in a salty environment. It is believed that *Tr. Asperellum*, like molybdenum can play an important role in plant productivity.

*Keywords:* vigna, *Tr. asperellum*, molybdenum, chloride salinity, nitrate reductase activity.

**Гадимов Аладдин Гасан**

Доктор философии по биологии, доцент, Институт Ботаники НАНА  
agadimov@mail.ru

**Ализаде Камала Сейфеддин**

Доктор философии по биологии, ассистент, Сумгаитский Государственный Университет  
duygu-elisade.1983@mail.ru

**Рагимова Самира Натиг**

Ассистент, Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, Гянджа  
samira.rahimova84@gmail.com

**Расулова Садагат Мирбала**

Доктор философии по биологии, доцент, Институт Ботаники НАНА  
rasulova.sedaqet@gmail.com

*Аннотация.* В статье изучено влияние микромицета *Tr. Asperellum* и молибдена на нитратредуктазную активность и морфологические параметры корня и надземной части 3-недельного растения вигны сорта «Галиб» (*Vigna unguiculata* (L) Walp) в условиях хлоридного засоления (50, 100, 150 mMNaCl). Показано, что причина снижения массы растения в засоленной среде отчасти связана с ослаблением нитратного питания. Триходерма и молибден защищают фермент от токсического действия хлоридного засоления, положительно влияя на активность нитратредуктазы растения в солевой среде. Считается, что *Tr. asperellum*, как молибден может играть важную роль в продуктивности растений.

*Ключевые слова:* вигна, *Tr. asperellum*, молибден, хлоридное засоление, нитратредуктазная активность.

### Введение

**В** задачах, вытекающих из стратегии действий по развитию нашей страны, выделяются такие важные вопросы, как динамичное развитие производства, дальнейшее укрепление продовольственной безопасности, расширение производства экологически чистой продукции и существенное повышение экспортного потенциала [1]. Поэтому применение современных интенсивных технологий при производстве сельскохозяйственных культур, в том числе с использованием микроорганизмов, синтезирующих экологически чистые гормоны, обладающих противогрибковыми свойствами и повышающих урожайность, важно с экономической и экологической точек зрения. Грибы рода Триходерма относятся к ним ее антагонистические и стимулирующие свойства растений были подробно изучены и при-

менены в качестве активного ингредиента в биофунгицидах, биоудобрениях, биостимуляторах и почвенных пробиотиках для сельского хозяйства [16].

Поскольку некоторые штаммы *Trichoderma* являются эндофитами, которые могут перекрестно связываться с растениями и другими ризосферными микроорганизмами, покрывающими ризосферу, могут повышать реакцию растений на стрессоры, а также продуктивность растений и качество продукции [7,11,14].

В последние годы, помимо морфофизиологических исследований в органах различных растений (томаты, огурцы, кукуруза, фасоль и др.), изучается реакция растений на эти полезные микроорганизмы. Изучается характер воздействия различных представителей микромицетов триходермы на защитные реакции растений,

Таблица 1. Количество молибдена в листьях и корнях 3-х недельных растений вигны (мк/г.сух.массы)

№	Варианты	Листья	Корни
1	Контроль (К)	1,9±0,09	3,7±0,11
2	К+ Trichoderma (Tr.)	2,1±0,08	7,1±0,15
3	К+ Молибден (Мо)	1,8±0,07	8,2±0,19
4	К+Мо+Tr.	2,7±0,10	8,8±0,20
5	К+ 0,4% NaCl	1,1±0,02	3,1±0,27
6	К+ 0,4% NaCl+Мо	2,2±0,04	7,5±0,44
7	К+ 0,4% NaCl+Мо +Tr.	2,4±0,09	7,7±0,17
8	К+ 0,6% NaCl	0,6±0,01	2,1±0,08
9	К+ 0,6% NaCl+Мо	1,8±0,11	5,6±0,2
10	К+ 0,6% NaCl+Мо +Tr.	2,0±0,1	5,9±0,29

окислительно-восстановительные стрессы и другие процессы [3,4,8,12,13,15].

Нитратредуктаза является первым ферментом цепи восстановления нитратов и расположена на выходе редукции нитратов и является лимитирующим ферментом включения нитратного азота в метаболизм растения. Действию различных стресс факторов, в том числе солевого стресса на нитратредуктазную активность приковано внимание многих исследователей [2,10,17]. Однако активность нитратредуктазы в растениях в условиях хлоридного засоления и в присутствии триходермы и молибдена изучено недостаточно.

Настоящая работа посвящена изучению активности нитратредуктазы в листьях и корнях вигны при различных концентрациях хлоридного засоления в присутствии триходермы и молибдена.

### Материалы и методы исследований

В исследованиях использовали семена вигны сорта «Галиб» (*Vigna unguiculata* (L) Walp) полученные из исследовательского института Сельского хозяйства Министерства Сельского Хозяйства Азербайджана. Часть семян обрабатывали культуральным раствором микромицетов *Trichoderma asperellum*, выделенных из ризосферы дикорастущего гороха, произрастающего на Абшеронском полуострове, и проращивали в дистиллированной воде. Проростки выращивали в водной культуре на питательной среде Кнопа. На 5-е сутки при смене питательного раствора раствор подсаживали (50; 100; 150 mM NaCl). Часть растений выращивали на питательной среде, содержащей 2 мг/л Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>. Семена контрольных растений триходермой не обрабатывали, выращивали без молибдена и на обычной питательной среде. Активность фермента НР определяли на спектрофотометре при оптической плотности 548 нм и показывали нм белка NO-2 мг-1[6]. Количество молибдена в корнях

и листьях растения определяли фотометрическим методом с использованием цинк-дитиола[5].

### Результаты и их обсуждение

#### Определение содержания молибдена

Результаты варианта с 50 mM NaCl в таблице не приведены, так как количество молибдена в органах растения практически одинаково в контрольном и 50 mM засоленном вариантах NaCl. Как видно из табл. 1, засоление отрицательно влияет на количество молибдена в органах вигны. В частности, в корнях снижается содержание молибдена на 16,3% при 100 mM хлоридном засолении и на 43,3% при 150 mM хлоридном засолении. Наличие молибдена и триходермы в среде выращивания приводит к увеличению количества молибдена в корнях и листьях растения. При засолении 100 mM в молибденовой среде количество молибдена в листьях растения увеличивается на 100% по сравнению с засоленной средой, а в корнях примерно на 140%. При совместном влиянии молибдена и триходермы соответственно около 120% в листьях и 150% в корнях. Даже при 150 mM хлоридной засолении эта зависимость сохраняется. На среде с молибденом содержание молибдена в листьях составляет 200%, а в корнях — 170%, а совместное действие молибдена и триходермы — 220% в листьях и 180% в корнях соответственно.

#### Влияние триходермы и молибдена на энергию прорастания и всхожесть семян растений вигны в условиях засоления

Хлоридное засоление в концентрации 50 mM увеличивало энергию прорастания семян на 3%, а всхожесть на 0,9% по сравнению контрольным вариантом, при 100 mM засолении энергия прорастания снизилась на 3% а всхожесть на 4,3%, а при 150 на 12,2% и 8,7% соответственно относительно контрольному (Рис. 1.).

Таблица 2. Влияние Триходермы и молибдена на некоторые морфологические показатели вигны в условиях хлоридного засоления

Варианты	Морфометрические показатели	Сырая биомасса корней (г)	Сырая биомасса надземной части (г)	Длина корневой системы (см)	Длина надземной части (см)
Контроль		0,80±0,03	2,13±0,07	21,4±0,62	47,2±1,44
50мМNaCl		0,83±0,02	2,19±0,09	21,6±0,64	47,3±0,92
100мМNaCl		0,75±0,05	2,02±0,07	18,8±0,48	32,6±0,86
150мМNaCl		0,61±0,06	1,57±0,08	16,9±0,37	29,7±1,00
K+Tr		0,88±0,03	2,4±0,08	24,9±0,49	49,2±1,17
50мМNaCl +Tr		0,85±0,07	2,21±0,06	24,7±0,49	47,9±1,12
100мМNaCl +Tr		0,79±0,03	2,11±0,08	20,1±0,44	36,3±1,14
150мМNaCl +Tr		0,64±0,03	1,66±0,06	18,1±0,46	31,9±0,86
K+Mo		0,82±0,04	2,14±0,08	23,7±1,09	48,5±1,94
50мМNaCl+Mo		0,84±0,06	2,19±0,06	23,7±1,00	47,7±1,23
100мМNaCl+Mo		0,77±0,03	2,09±0,07	19,7±0,77	35,9±1,11
150мМNaCl+Mo		0,63±0,04	1,71±0,05	17,9±0,86	30,9±0,88
K+Tr+Mo		0,89	2,4±0,06	24,9±0,55	47,2±1,19
50мМNaCl+Tr+Mo		0,91	2,24±0,08	21,4±0,78	49,2±1,91
100мМNaCl+Tr+Mo		0,82	2,16±0,05	20,1±0,49	38,3±1,00
150мМNaCl+Tr+Mo		0,67	1,76±0,05	18,8±0,58	32,6±0,96

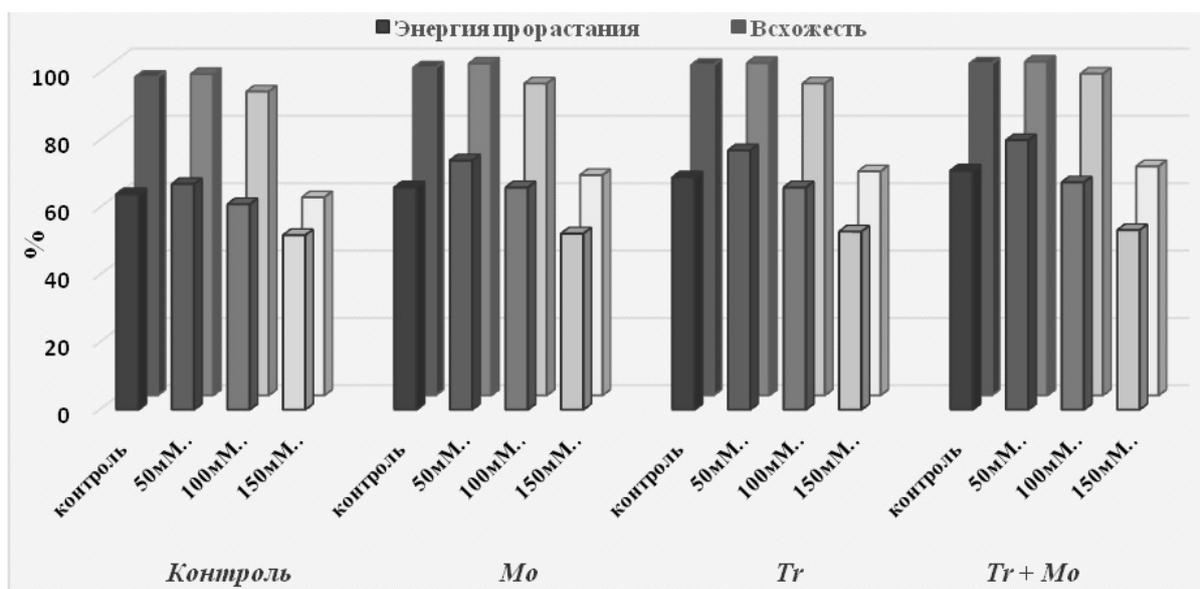


Рис. 1. Влияние Триходермы (Tr) и Молибдена (Mo) на энергию прорастания и всхожесть семян вигны в условиях хлоридного засоления

Обработка семян культуральной средой триходермы и молибденом увеличивало энергию прорастания семян. Так, в контрольном варианте обработка семян молибденом увеличивало энергию прорастания на 2%, а всхожесть на 2,8%, при 50 мМ этот показатель был равен на 7% и 3,1% относительно. При 100 и 150 мМ засолении также наблюдалось положительное влияние молибдена. Самое высокое значение 5% было при 100

мМ засолении в энергии прорастания и 6,6% при 150 мМ всхожести семян.

Культуральная среда *Trichoderma* увеличивала энергию прорастания семян в контроле на 5%, а всхожесть на 3,6%. Триходерма оказала положительное влияние во всех концентрациях хлоридного засоления на энергию прорастания и всхожесть семян растения вигны.

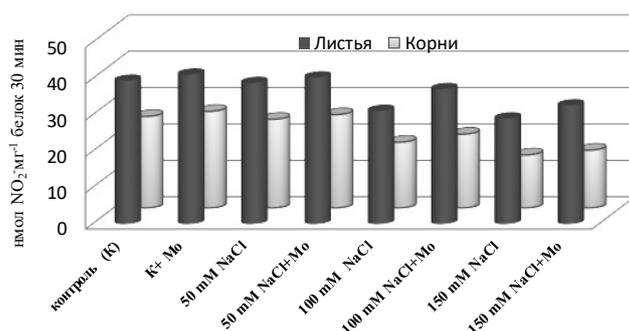


Рис. 2. Влияние Молибдена (Mo) на нитратредуктазную активность трехнедельного растения вигны

Как видно из рисунка (Рис. 1) влияние триходермы было более эффективно относительно молибдена, за исключением варианта 100 мМNaCl, результаты были одинаковыми по обоим влиянием (энергия прорастания 5%, всхожесть 2,4%).

Полученные результаты показывают эффективность воздействия молибдена и триходермы по отдельности, что делает интересными результаты их совместного действия. Представленные на рис. 1. данные свидетельствуют о том, что совместная обработка семян повышала энергию прорастания и всхожесть семян во всех вариантах намного больше, чем при обработке семян в отдельности молибденом и триходермой у исследуемых растений. Например, при совместном действии энергия прорастания семян в 50 мМ повысилась на 13%, а всхожесть на 4,3%, а при 150 мМ соответственно на 1,5 и 9,2.

Культуральная среда триходермы и молибден оказывали положительное влияние и на морфологические параметры вигны, таких как на сырую массу, длину корневой систему и надземную часть. Это влияние особенно проявлялось в условиях засоления. Так при 100 мМ засолении сырая масса в варианте с триходермой превышала контроль на 12,5%, молибденом на 9,6%. При совместном действии триходермы и молибдена этот показатель был равен на 13,4%. Длина корневой системы была на 4,4, 4,2 и 4,8 см больше соответственно. Относительно длины надземной части эти показатели были немного выше и составили 11,0, 9,3 и 14,5 см (Таб.2.).

Относительной сырой биомассы при всех дозах засоления триходерма и молибден и в отдельности и совместно оказали положительное влияние, например, при 150 мМ засолении совместное влияние повышало сырую биомассы корней на 9,8%, а надземную часть на 12,1%. Как видно из таблицы 2 в условиях засоления совместное влияние было более эффективно.

### Влияние молибдена на НРА в листьях и корнях вигны в условиях хлоридного засоления

В наших исследованиях и работах других исследователей посвящённых ферментативной активности первичного азотного метаболизма (особенно нитратредуктазную), растений было показано снижение активности нитратредуктазы под действием хлоридного засоления и восстановление активности этого фермента присутствием молибдена в среде выращивания [10,17]. Наши текущие эксперименты по влиянию 50, 100 и 150 мМ концентраций хлорида натрия на активность НР в органах вигны еще раз подтвердили результаты наших предыдущих экспериментов (рис. 2). Как видно из рисунка, ферментативная активность в корнях и листьях растения при слабом засолении (50 мМNaCl) практически не отличается от ферментативной активности растений контрольного варианта и как в контрольном варианте, так и засоленных условиях НР активность листьев выше чем НР активности корней. Увеличение концентрации хлоридного засоления до 100 и 150 мМ приводит к снижению активности фермента НР в листьях на 21,0 и 26,3%, а в корнях на 28,2 и 42,1%.

Добавления молибдена к среде в контрольном варианте и при засолении 50 мМ очень слабо восстанавливает активность фермента (примерно 4,0% в листьях и 5,2% в корнях). При засолении 100 и 150 мМNaCl присутствие молибдена повышает активность НР в листьях примерно на 19,2 и 12,4% соответственно и в корнях 12,1 и 8,8%. Как видно, несмотря на увеличение концентрации хлорида натрия (150 мМ), положительное влияние молибдена на активность фермента НР продолжается.

### Влияние триходермы на НРА в листьях и корнях вигны в условиях хлоридного засоления

Помимо того, что большинство триходерм являются важными микробными инокулянтами для растений и об-

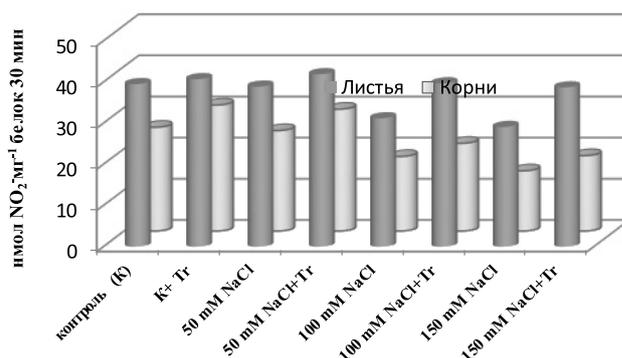


Рис. 3. Влияние Триходермы (Tr) на нитратредуктазную активность трехнедельного растения вигны

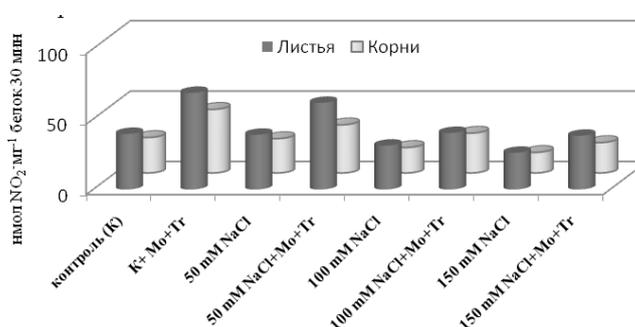


Рис. 4. Совместное влияние Молибдена (Mo) и Триходермы (Tr) на нитратредуктазную активность трехнедельного растения вигны

ладают прямым антагонистическим действием против фитопатогенов, они также стимулируют рост, развитие и продуктивность растений в качестве биостимуляторов, которые напрямую связаны ферментативными действиями [11].

Как видно, обработка семян растений триходермой повышает активность фермента в корнях и листьях растения независимо от варианта опыта (контроль; 50; 100 и 150 мМ NaCl) (Рис. 3).

В нормальных условиях мы наблюдаем увеличение активности фермента нитратредуктазы в листьях на 3%, а в корнях на 21,4%. Несмотря на увеличение засоления, активность фермента под влиянием триходермы продолжает увеличиваться, и этот процесс сопровождается повышающейся тенденцией (за исключением НР корней в контроле и концентрации 50 мМ). Так, если активность фермента в листьях восстанавливается на 7,7%, а в корнях на 21,3% за счет действия триходермы в концентрации 50 мМ, то присутствие триходермы в засолении 100 мМ NaCl повышает активность фермента в листьях на 27,2% и в корнях на 17,7%. При засолении 150 мМ эти значения составляют 32,9% в листьях и 25,3% в корнях.

Совместное действие молибдена и триходермы на активность фермента НР в листьях и корнях вигны. Положительное влияние молибдена и триходермы на активность нитратредуктазы по отдельности делает интересным изучение совместного действия этих двух факторов.

Так, благодаря совместному действию молибдена и триходермы при засолении 50 мМ активность НР восстанавливается в листьях примерно на 58,3%, а в корнях на 40,1%. Даже при солёности 100 и 150 мМ NaCl положительное влияние этих двух факторов сохраняется. Так, при засолении 100 мМ активность НР в листьях и корнях восстанавливается на 28,8 и 56,4% соответственно, а при засолении 150 мМ — на 46,4 и 47,9% соответственно (Рис. 4).

Полученные результаты показывают, что совместное действие микромисета и молибдена во всех вариантах больше, чем влияние молибдена и триходермы на активность фермента по отдельности (рис. 4).

Анализируя результаты видим, что при совместном действии молибдена и триходермы в 50 мМ NaCl засолении НР активность по сравнению с молибденом выше

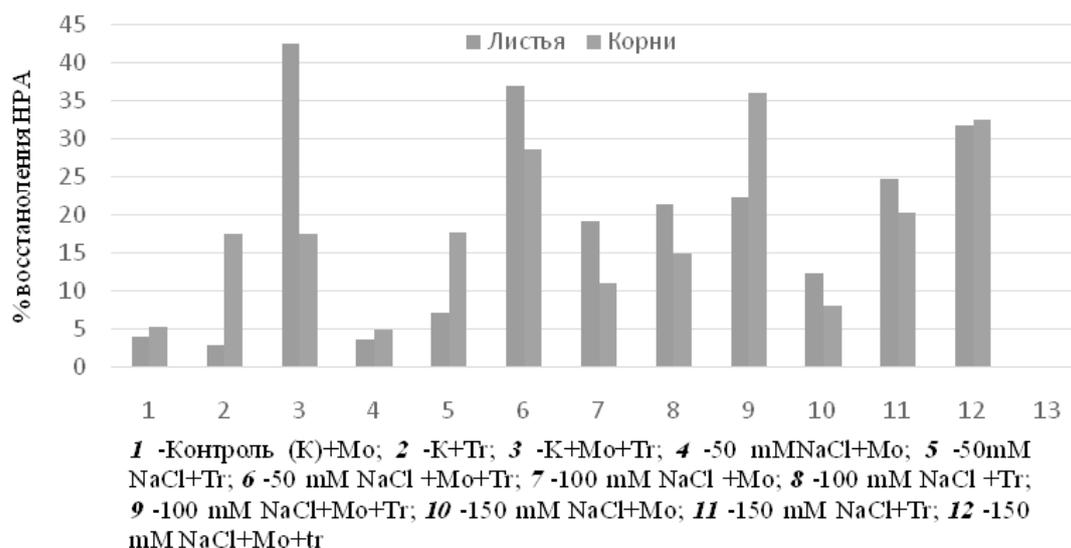


Рис. 5. Сравнение влияния молибдена (Mo) и Триходермы (Nr) в отдельности и совместно на нитратредуктазную активность трехнедельного растения вигны

в листьях 54,3% в корнях на 34,9%, а по сравнению триходермой в листьях на 50,6%, в корнях на 18,5%. Это увеличение также наблюдается в концентрациях 100 и 150 mM NaCl. При 100 mM этот показатель по сравнению с молибденовым вариантом составляет в листьях 9,6%, в корнях 44,3%, а по сравнению с вариантом триходермы в листьях 1,6%, в корнях 38,7%. В концентрации 150 mM этот показатель по сравнению молибденовым вариантом равен в листьях на 34,0, в корнях 39,1%, а в варианте с триходермой 13,7 и 22,6% соответственно (рис. 5).

### Обсуждение

Молибден входит в активные центры таких ферментов, как гидроксилаза, оксидоредуктаза и дегидрогеназа, в виде молибдокофактора (Моко). Эти ферменты катализируют биохимические превращения азота, углерода и серы. Исследованный нами фермент нитратредуктаза считается основным ферментом азотистого обмена, имеет молибденсодержащий активный центр. Хлоридные соли оказывают повреждающее действие на их активные центры, вызывая либо полное, либо частичное удаление молибдена из активного центра.

Анализ полученных результатов показал, что не зависимо от концентрации хлоридного засоления триходерма и молибден начиная с ранних стадий развития оказывает положительное влияние. Вероятно, с момента прорастания семян молибден и триходерма поступают в ткани проростков и стимулируют ростовые процессы, активизируя биохимические и физиологические процессы, в том числе активность нитратредуктазы. Об этом свидетельствует увеличение всхожести и энергии прорастания семян (таб.2).

Кроме того, споры триходермы проникая в ткани вигны выделяют биологически активные вещества и тем самым участвуют в метаболизме растительного организма. Выделяемые триходермой экзометаболиты стимулирует активность множество ферментов участвующие биохимических и физиологических процессах. Как показали результаты под их действием увеличивалось количество молибдена в листьях и корнях растения (таб.1.). Наблюдалась положительная тенденция в морфометрических показателях. Молибден и триходерма в отдельности и совместно устраняя токсическое действие хлоридного засоления положительно влияли на длину и сырую массу корней и надземную часть вигны.

Предпосевная обработка семена вигны молибденом и триходермой положительно влияли на нитратредуктазную активность корней и надземной части растения не зависимо от концентрации солей. Это особенно ярко выражается в условиях хлоридного засоления.

Таким образом, наши результаты свидетельствуют о том, что снижение массы вигны на засоленных средах отчасти связано с ослаблением нитратного питания растения. Это более выражено в корнях растения. *Tr. asperellum* молибден защищает фермент от токсического действия хлоридного засоления, положительно влияя на активность нитратредуктазы растения вигны в соленой среде. То есть *Tr. asperellum* может играть важную роль в продуктивности растений. Главный интерес здесь представляет функция молибдена и триходермы по защите первичного азотного обмена растений от токсического действия хлоридного засоления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Азербайджанской Республики. О ряде мер по развитию производственной и перерабатывающей промышленности в сфере сельского хозяйства. Баку. 15 июля 2021.
2. Галеева Е.И., Трифанова Т.В., Пономарева А.А., Викторова Л.В., Минибаева Ф.В. Нитратредуктаза листьев *Triticum aestivum*: регуляция активности и возможная роль в образовании оксида азота. // Биохимия, 2012, Т. 77, вып. 4, с. 512–520
3. Голованова Т.И., Гаевский Н.А., Валиулина А.Ф., Литовка Ю.А. Влияние спор *Trichoderma asperellum* и метаболитов *Fusarium sporotrichioides* на ростовые процессы и фотосинтетический аппарат пшеницы. // Микология и фитопатология, 2020, т. 54, № 2, с. 134–142
4. Голованова Т.И. Роль грибов рода *Trichoderma* в повышении урожайности пшеницы и ячменя / Т.И. Голованова, Е.В. Долинская, Е.А. Сичкарук // Вестник КрасГАУ. — Красноярск. — 2009. Т. 6. С. 53–58
5. Дышко В.Н. Методики агрохимических исследований почв и растений: учебнопрактическое пособие / В.Н. Дышко, В.В. Дышко, П.В. Романенко, Н.В. Слученкова. — Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014, –197 с.
6. Львов Н.П., Сафаралиев П.М. О методах определения нитратредуктазной активности у растений // Физиология растений. 1988. т. 35. в. 1, с. 196–200
7. Shores, M. The relationship between increased growth and resistance induced in plants by root colonizing microbes / M. Shores, G.E. Harman // Plant Signaling & Behavior. — 2008. — P. 737–739.
8. De Palma, M., Salzano, M., Villano, C., Aversano, R., Lorito, M., Ruocco, M., et al. Transcriptome reprogramming, epigenetic modifications and alternative splicing orchestrate the tomato root response to the beneficial fungus *Trichoderma harzianum*. // Hortic. Res., 2019, 6:5. doi: 10.1038/s41438-018-0079-1
9. El Komy M.H., Saleh A.A., Eranthodi A., Molan Y.Y. Characterization of novel *Trichoderma asperellum* isolates to select effective biocontrol agents against tomato *Fusarium wilt*. // Plant Pathology, 2015. v.31(1). P.50–60. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.09.2014.0087>
10. Gadimov A.G., Tahiri S.M., et al. The role of potassium humate in the formation of symbiotic apparatus of cow peas and nitratreduktase activity in clay-sandy soils. // Int. J. Adv. Res. Biol. Sci., 2019. 6(9): 104–107. DOI: <http://dx.doi.org/10.22192/ijarbs.2019.06.09.013>
11. Lombardi N, Caira S, et al. *Trichoderma* Applications on Strawberry Plants Modulate the Physiological Processes Positively Affecting Fruit Production and Quality. // Front. Microbiol., 2020, 11:1364. doi: 10.3389/fmicb.2020.01364
12. Marra, R., Lombardi, N., et al. Application of *Trichoderma* strains and metabolites enhances soybean productivity and nutrient content. // J. Agric. Food Chem., 2019, 67, 1814–1822. doi: 10.1021/acs.jafc.8b06503
13. Manganiello, G., Sacco, A., Ercolano, M.R., Vinale, F., Lanzuise, S., Pascale, A., et al. Modulation of tomato response to *Rhizoctonia solani* by *Trichoderma harzianum* and its secondary metabolite harzianic acid. // Front. Microbiol., 2018, 9:1966. doi:10.3389/fmicb.2018.01966
14. Nogueira-Lopez, G., Greenwood, D.R. et al. The apoplast secretome of *Trichoderma virens* during interaction with maize roots shows an inhibition of plant defence and scavenging oxidative stress secreted proteins. // Front. Plant. Sci., 2018, 9:409. doi: 10.3389/fpls.2018.00409;
15. Perazzolli, M., Palmieri, M.C., Matafora, V., Bachi, A., and Pertot, I. (2016). Phosphoproteomic analysis of induced resistance reveals activation of signal transduction processes by beneficial and pathogenic interaction in grapevine. // J. Plant Physiol. 195, 59–72. doi: 10.1016/j.jplph.2016.03.007
16. Woo, S.L., Ruocco, M., et al. (2014). *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. // Open Mycol. J. 8, 71–126. doi: 10.3389/fpls.2018.01801).
17. Zhang, X., Franzisky, B.L., Eigner, L. et al. Antagonism of chloride and nitrate inhibits nitrate reductase activity in chloride-stressed maize. // Plant Growth Regul 93, 279–289 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10725-020-00685-2>

© Гадимов Аладдин Гасан ( [agadimov@mail.ru](mailto:agadimov@mail.ru) ), Ализаде Камала Сейфеддин ( [duygu-elisade.1983@mail.ru](mailto:duygu-elisade.1983@mail.ru) ),  
 Рагимова Самира Натиг ( [samira.rahimova84@gmail.com](mailto:samira.rahimova84@gmail.com) ), Расулова Садагат Мирбала ( [rasulova.sedaqet@gmail.com](mailto:rasulova.sedaqet@gmail.com) ).  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЯИЧНИКОВ САМОК БЕЛЫХ КРЫС В ПЕРИОД ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ<sup>1</sup>

## MORPHOFUNCTIONAL FEATURES OF THE OVARIAN STRUCTURE OF WHITE RAT FEMALE DURING PUBERTY

**N. Dudenkova  
O. Shubina**

*Summary.* The aim of this study was to study the morphological and functional features of the structure of the ovaries of female white rats during puberty.

With the help of morphological research methods, the morphological and functional features of the structure of the ovaries of female white rats during puberty were studied. In the course of the studies, it was noted that in the cortical substance of the ovary there are follicles at different stages of development up to mature graafian vesicles (tertiary follicles). Atretic follicles were observed in places.

In the course of our study, the total duration of the estrous cycle and the rhythm of their alternation were taken into account. The data obtained made it possible to fix a high level of the estrous cycle, which is obviously associated with a full-fledged folliculogenesis process, which convincingly indicates the sexual maturity of the experimental animals.

*Keywords:* ovaries, follicles, menstrual corpus luteum, estrus cycle, estrus, diestrus.

**Дуденкова Наталья Анатольевна**

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева» (г. Саранск)  
dudenkova\_nataly@mail.ru

**Шубина Ольга Сергеевна**

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева» (г. Саранск)  
os.shubina@mail.ru

*Аннотация.* Целью настоящего исследования являлось изучение морфофункциональных особенностей строения яичников самок белых крыс в период полового созревания.

С помощью морфологических методов исследования изучены морфофункциональные особенности строения яичников самок белых крыс в период полового созревания. В ходе проведенных исследований отмечено, в корковом веществе яичника находятся фолликулы на разных стадиях развития вплоть до зрелых граафовых пузырьков (третичных фолликулов). Местами наблюдались атретические фолликулы.

В ходе нашего исследования учитывалась общая продолжительность эстрального цикла и ритмичность их чередования. Полученные данные позволили зафиксировать высокий уровень эстрального цикла, что очевидно связано с полноценным процессом фолликулогенеза, что убедительно свидетельствуют о половозрелости экспериментальных животных.

*Ключевые слова:* яичники, фолликулы, менструальные желтые тела, эстральный цикл, эструс, диэструс.

## Введение

**А**ктуальность исследования продиктована высокой частотой и распространенностью женского бесплодия, а также развитием патологий плода, которые могут быть заложены в самой природе половых клеток или возникнуть в ходе их развития [1]. Сходство в эмбриогенезе яичника человека и белой крысы, заключающееся в наличии сложных взаимоотношений между развивающейся гонадой и мезонефросом, однотипности стадий в развитии женской половой железы

у этих представителей класса млекопитающих, морфологической однородности признаков половой дифференцировки гонад, образования и редукции фолликулов и во взаимосвязи развития и становления органа с его кровоснабжением и иннервацией [2, 3] позволяет переносить результаты, полученные на экспериментальных моделях (крысы), на человека. Полученные данные внесут определенный вклад в медицинскую эмбриологию и будут способствовать изысканию подходов и методов антенатальной и постнатальной охраны плода [9].

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности МГПУ имени М.Е. Евсевьева по теме «Изучение особенностей строения органов женской репродуктивной системы белых крыс» (руководитель — Дуденкова Н.А., доцент кафедры биологии, географии и методик обучения).

## Цель исследования

Целью настоящего исследования являлось изучение морфофункциональных особенностей строения яичников самок белых крыс в период полового созревания.

## Материал и методы

В качестве биологического тест-объекта в работе использовали самок белых половозрелых крыс в возрасте 2–3-х месяцев постнатального развития, массой от 200 до 250 г.

Всего нами было использовано 30 животных.

Материал исследования — яичники самок белых крыс.

Животные забивались путем декапитации под наркозом эфира с хлороформом (1:1) с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации, и в соответствии с требованиями правил проведения работ с использованием экспериментальных животных.

Для гистологического исследования готовили микропрепараты по общепринятой методике [6].

Образцы тканей исследовали с помощью цифрового микроскопа Axio Imager.M2 (ZEISS, Япония) с программным обеспечением для анализа изображений AxioVision SE64 Rel. 4.8.3 и ZEN2011.

При обзорной микроскопии при увеличении 20×10 и 100×10 изучали морфологические особенности строения яичников.

Проведенные гистологические и морфометрические исследования позволили выявить состояние основных структур яичников белых крыс — фолликулов, желтых тел, а также сосудов, пронизывающих мозговое вещество яичника.

Яичники изучались в стадии эстрального цикла диэструс — стадии покоя по методике Л.Д. Шейко (1998) в соответствии с правилом «одного часа» [8].

Методика основана на том, что циклические изменения стенки влагиалища отражаются на влагиалищном содержимом, а последнее легко исследуется взятием влагиалищного мазка. Каждой фазе полового цикла соответствует определенный клеточный состав влагиалищного мазка [10]. Учитывая, что период полового созревания у крыс наступает на 60-й день — период пубертата, а 90-й день — период ранней половозрелости [7], опре-

деление стадии эстрального цикла начинали с возраста 60 суток.

Фотосъемку препаратов производили цифровой камерой AxioCam MRC5 (ZEISS, Япония) с последующей обработкой изображения в Adobe Photoshop Elements 11.

Разрешение полученных изображений — 1300×1030 пикселей.

Для определения стадий эстрального цикла анализ влагиалищных мазков осуществляли при осмотре под цифровым микроскопом Axio Imager.M2 (ZEISS, Япония) при увеличении 100×10.

Весь эстральный цикл условно разбивается на следующие стадии:

1. диэструс — стадия покоя;
2. проэструс — стадия подготовки к течке (предтечка);
3. эструс — течка;
4. матаэструс — «послетечка», последующие за течкой изменения и возвращение к исходному состоянию.

Соответственно изменяется и состав влагиалищного содержимого [4]. В стадии диэструс — в мазке содержатся в основном лейкоцитарные клетки и редкие эпителиальные клетки [5].

В ходе нашего исследования учитывалась общая продолжительность эстрального цикла, количество циклов, приходившихся на самку в течение последних 22 суток эксперимента.

Статистическая обработка цифровых данных осуществлялась с помощью программ FStat и Excel.

При оценке статистических гипотез принимались следующие уровни значимости:  $P \leq 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Наружный осмотр яичников самок крыс показал, что они розовато-белого цвета, мягкой консистенции.

В ходе проведенных исследований выявлено, что клетки однослойного эпителия, покрывающего яичник снаружи, имеют кубическую форму. Белочная оболочка содержит однородную структуру и слабо васкуляризирована (рис. 1). Хорошо различимы корковый и мозговой слои яичника.

В корковом веществе фолликулы находятся на разных стадиях развития: от примордиальных фолликулов

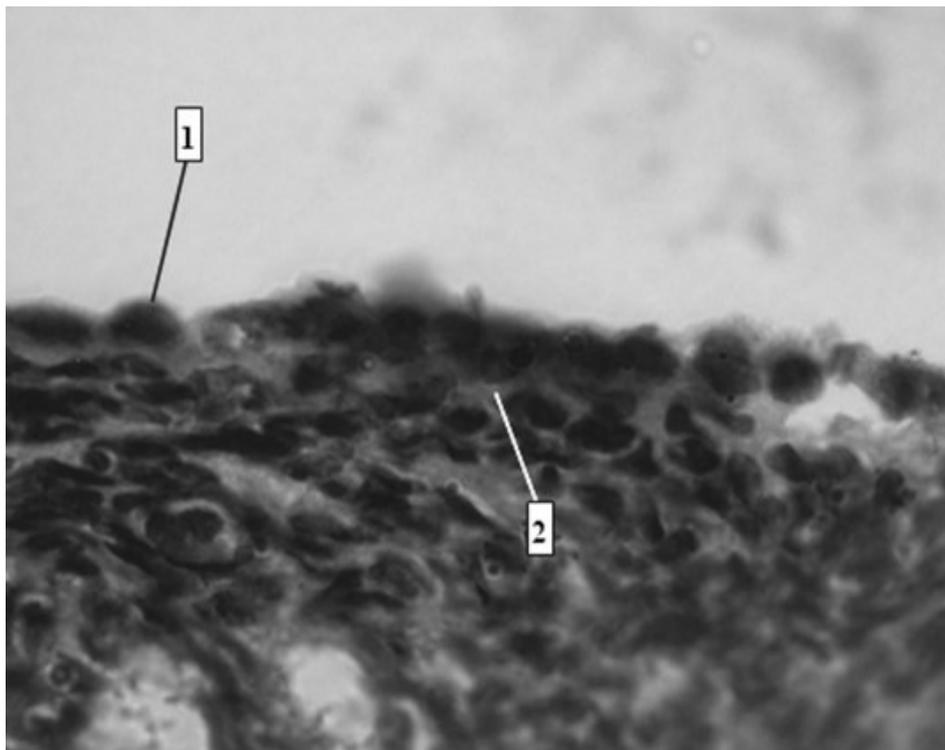


Рис. 1. Поверхность яичника самок белых крыс. Окраска гематоксилин-эозин. Увеличение об. 100 x ок. 10: 1 — однослойный эпителий; 2 — белочная оболочка.

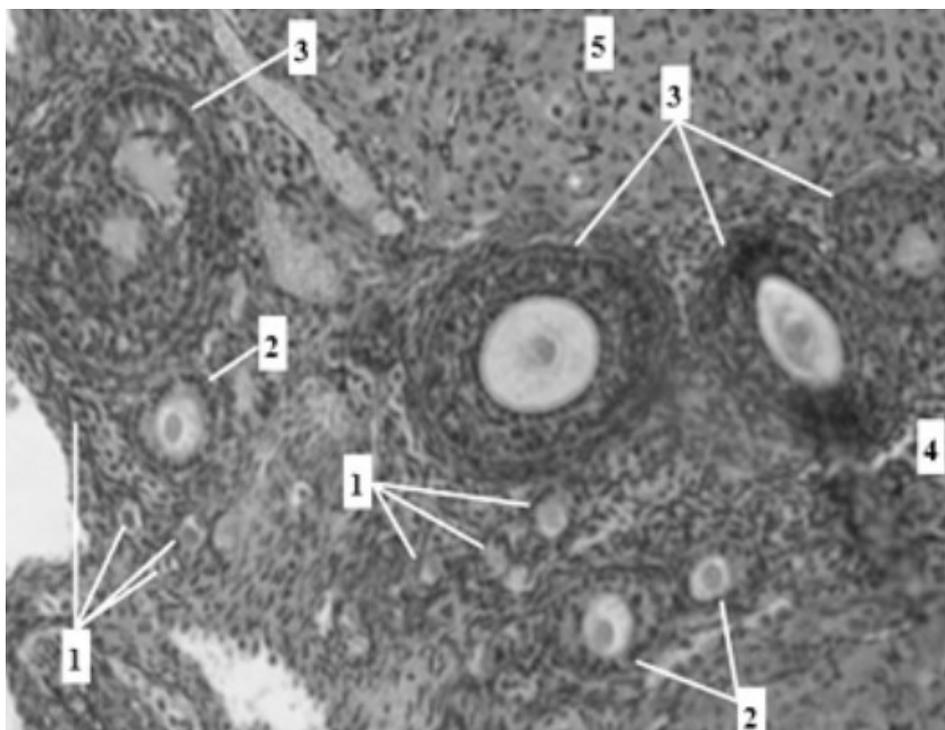


Рис. 2. Кортикное вещество яичника самок белых крыс. Окраска гематоксилин-эозин. Увеличение об. 20 x ок. 10: 1 — примордиальные фолликулы; 2 — первичные фолликулы; 3 — вторичные фолликулы; 4 — соединительнотканная основа; 5 — менструальное желтое тело.

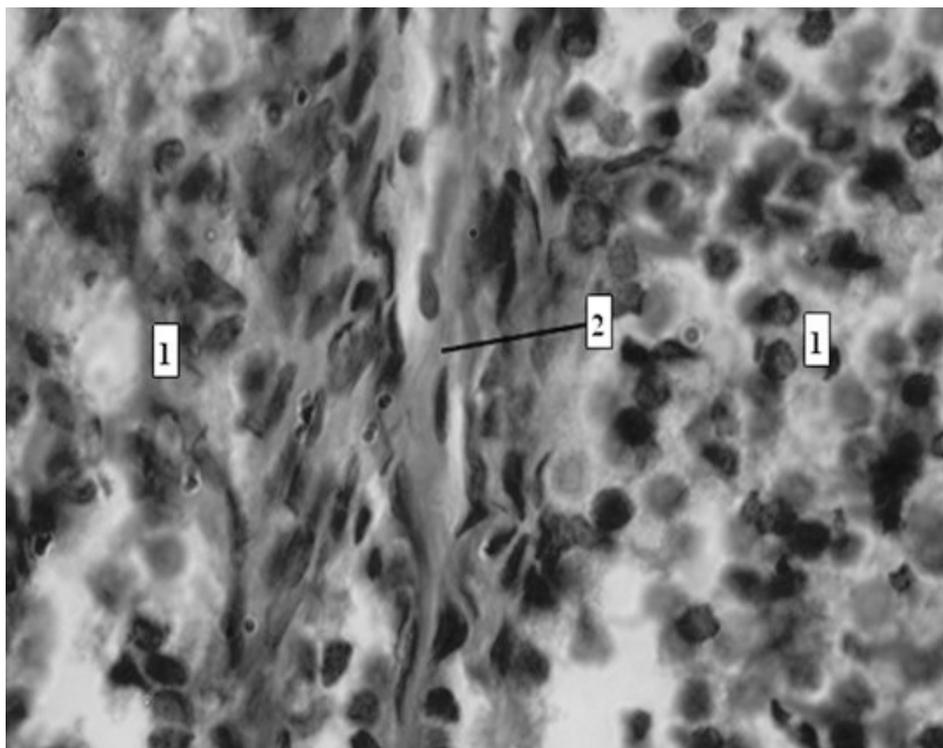


Рис. 3. Мозговое вещество яичника самок белых крыс. Окраска гематоксилин-эозин. Увеличение об. 100 × ок. 10: 1 — соединительнотканная основа; 2 — кровеносный сосуд.

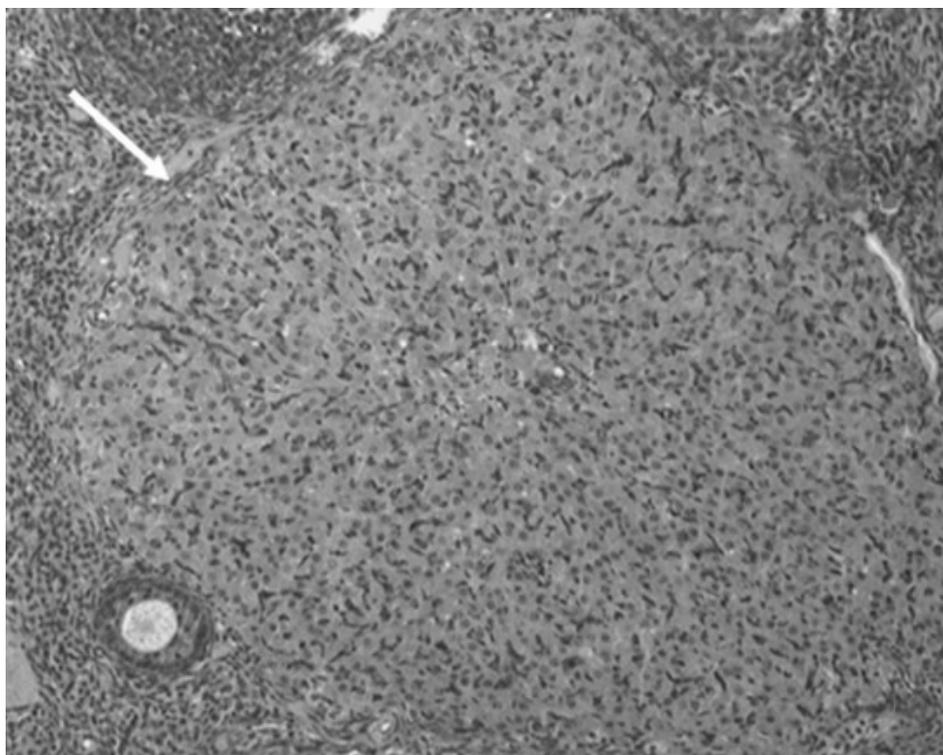


Рис. 4. Менструальное жёлтое тело в яичнике самок белых крыс. Окраска гематоксилин-эозин: Увеличение об. 20 × ок. 10.

и вплоть до зрелых граафовых пузырьков. Чаще всего фолликулы имеют округлую форму, реже овальную. Иногда выявляются атретические фолликулы (рис. 2).

Мозговое вещество яичника невелико по сравнению с корковым, хорошо васкуляризировано. Небольшие кровеносные сосуды проходят из мозгового вещества в корковое Соединительнотканная основа мозгового вещества не упорядочена (рис. 3).

Обнаруженные менструальные желтые тела в корковом веществе яичника имеют округлую или овальную форму, покрыты соединительнотканной капсулой, от которой к центру направляются тонкие прослойки, содержащие кровеносные и лимфатические сосуды. многогранную форму.

Клеточный состав в различных участках менструально-желтого тела неодинаков. По периферии преобладают мелкие лютеоциты, а ближе к центру — крупные (рис. 4).

В ходе проведенного исследования было выявлено, что количество эстральных циклов в течение последних 22 суток у самок белых крыс составляет  $4,27 \pm 0,39$ , продолжительность эстрального цикла —  $4,13 \pm 0,26$  суток, продолжительность стадии диэструс —  $2,80 \pm 0,15$  суток.

Четко прослеживались все фазы эстрального цикла, которые были последовательны и ритмичны.

## ВЫВОДЫ

В ходе проведенных исследований отмечено, в корковом веществе яичника находятся фолликулы на разных стадиях развития вплоть до зрелых граафовых пузырьков (третичных фолликулов). Они округлой формы. Местами наблюдаются атретические фолликулы. Между фолликулами располагается соединительнотканная строма яичника.

Одним из важнейших показателей структурно-функциональной зрелости яичника является общее количество фолликулов и их популяционный состав. Особый интерес вызвал популяционный состав фолликулов.

В ходе нашего исследования учитывалась общая продолжительность эстрального цикла и ритмичность их чередования. Полученные данные позволили зафиксировать высокий уровень эстрального цикла, что очевидно связано с полноценным процессом фолликулогенеза, что убедительно свидетельствуют о половозрелости экспериментальных животных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Брюхин Г.В., Вторушина Е.В. Особенности становления фолликулогенеза в яичниках у потомства матерей с хроническим поражением гепатобилиарной системы в условиях эксперимента // Проблемы репродукции. — 2004. — № 3. — С. 54–57.
2. Волкова О.В., Боровая Т.Г., Погорельская Е.О., Бичерова И.А. Актуальные аспекты ово-фолликулогенеза // Успехи современного естествознания. — 2003. — № 1. — С. 45–47.
3. Дуденкова Н.А., Шубина О.С. Исследование эстрального цикла и гистологического строения яичников самок белых крыс в период полового созревания // Научная жизнь. — 2019. — Т. 14. — № 11. — С. 1777–1785.
4. Кабак, Я.М. Практикум по эндокринологии. Основы методики экспериментально-эндокринологических исследований: учебное пособие / Я.М. Кабак. — Москва: МГУ, 1968. — 276 с.
5. Клочков Д.В., Алехина Т.А., Прокудина О.И. Возрастные особенности эстральной цикличности и фолликулогенеза самок крыс линии ГК, селекционированных на проявление кататонической реактивности // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 2011. — Т. 151. — № 2. — С. 182–185.
6. Семченко В.В. Гистологическая техника: учебно-методическое пособие. — Омск: Омская медицинская академия, 2006. — 285 с.
7. Шаляпина В.Г. Эндокринология репродукции: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Наука, 1991. — 192 с.
8. Шейко Л.Д. Влияние малых доз шестивалентного хрома на репродуктивную функцию мелких млекопитающих: Модельный эксперимент // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Екатеринбург, 1998. — 28 с.
9. Шубина О.С., Дуденкова Н.А., Грызлова Л.В., Егорова М.В., Бардин В.С., Киселева А.И. Ультраструктурные изменения в плаценте при поздних токсикозах беременных // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки. — 2020. — № 6. — С. 43–46. — URL: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/3/2020/%E2%84%9606/7714be34-ed5-4b54-9ff2-aa52f9998e6a>
10. Leng Z., Moore D.E., Mueller B.A., Critchlow C.W., Patton D.L., Halbert S.A., Wang S.P. Characterization of ciliary activity in distal Fallopian tube bi-opsies of women with obstructive tubal infertility // Hum Re-prod. — 1998. — № 13(11). — P. 3121–3127.

© Дуденкова Наталья Анатольевна ( dudenkova\_natalya@mail.ru ), Шубина Ольга Сергеевна ( os.shubina@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ МУРАВЬЕВ КАК БИОИНДИКАТОРОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

**Козлова Анастасия Александровна**

Аспирант, Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород)  
akatoe-nn@yandex.ru

## GEOINFORMATION MONITORING OF BIOINDICATOR ANTS IN FOREST GROWING CONDITIONS EXAMINING OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

**A. Kozlova**

*Summary.* The article considers application of geoinformation and statistical methods in examining of forest growing conditions of phytocenoses in the Republic of Mordovia and the intensity of Formica ants` influence as a biotic environmental factor. Presumably, completeness and yield class of forest cultures in the examined area are determined, inter alia, by ants` dispersal patterns in phytocenoses. In the current research, data reflecting the state of the forest and the localization of anthills in certain settlements of the republic were uploaded to a digital map based on the ArcGIS geoinformation platform and processed with spatial analysis tools to visualize the population structure of Formica ants. To determine the statistical significance of ants` presence, the data was analyzed using StatTech program, which permits to assess the randomness or regularity of their dispersal in the republic on the base of Pearson`s chi-square, median and quartile methods. The results of the research lead to conclusions about the direct role of ants in the forest community formation and necessity of their use in environmental monitoring of specially protected natural areas. In addition, the current research empathizes the importance of using digital mapping based on geographic information systems in addition to classical statistics.

*Keywords:* geoinformation systems, digital mapping, «chi-square» method, Republic of Mordovia, forest growing conditions, bioindicators, ants, Formica.

*Аннотация.* В статье рассматривается применение методов геоинформатики и математической статистики в оценке состояния лесных сообществ Республики Мордовия и степени влияния муравьев рода Formica как биотического фактора среды. Предположительно, полнота и бонитет лесных насаждений на исследуемой территории определяют популяционную структуру муравьев рода Formica, являющихся биологическими защитниками леса и активно используемыми биоиндикаторами состояния древесных пород. В ходе исследования данные, отображающие состояние леса и локализацию муравейников в определенных населенных пунктах республики, были выгружены на цифровую карту, построенную на базе геоинформационной платформы ArcGIS, и обработаны инструментами пространственного анализа для визуализации популяционной структуры муравьев Formica. Также для определения статистической значимости присутствия муравьев была использована программа «СтатТех», позволяющая оценивать случайность или закономерность их расселения по республике с помощью методов хи-квадрата Пирсона, медианы и квартилей. Результаты полученного исследования позволяют сделать вывод о непосредственной роли муравьев в формировании древостоя и актуальности их использования в экологическом мониторинге особо охраняемых природных территорий. Кроме того, подчеркивается важность использования цифрового картографирования на базе геоинформационных систем наряду с классической статистикой.

*Ключевые слова:* геоинформационные системы, цифровое картографирование, метод «хи-квадрат», Республика Мордовия, лесорастительные условия, биоиндикаторы, муравьи, Formica.

## Введение

**Л**есные сообщества Республики Мордовия отличаются многолетней историей формирования, видовым разнообразием, многие из них входят в состав ООПТ регионального и федерального значения и тем самым представляют собой экологически значимые природные объекты. В связи с этим необходим регулярный контроль их состояния на всех уровнях (качество лесобразующих пород, почвенные факторы, отслеживание структуры и динамики популяций ценотически важных видов и вредителей, угрожающих состоя-

нию экосистемы). Классические методы оценки состояния леса включают в себя периодические мероприятия по сбору данных, формированию на их основе форм ГЛР с полями, отражающими основные критерии благополучия лесного сообщества (тип и возраст лесобразующих пород, группа полноты и класс бонитета леса). Мониторинг такого уровня энергозатратен и отнимает значительное количество времени, в связи с чем в настоящее время в лесном хозяйстве, экологии и природопользовании развивается применение геоинформационных систем (далее — ГИС) как основы для анализа данных. ГИС позволяют визуализировать сведения об экологической

ситуации в фитоценозе на цифровой карте, выполнять на её базе операции пространственного анализа и обрабатывать информацию статистически.

В настоящем исследовании цифровое картографирование используется для определения возможного влияния поселений муравьев рода *Formica* (Hymenoptera: Formicidae) на лесорастительные условия в ряде локалитетов Республики Мордовия (поиск возможной зависимости распределения популяций муравьев от полноты и бонитета леса на конкретном участке). Эти виды используются в качестве биоиндикаторов, так как предположительно оказывают прямое влияние на благополучие лесных сообществ, контролируя популяции хвое- и листогрызущих вредителей древесных растений и принимая участие в почвообразовании.

Для картографирования используется цифровая платформа ArcGIS со встроенными модулями пространственного анализа, для статистической обработки результатов — платформа «СтатТех», позволяющая рассчитывать случайность или закономерность распределения популяций муравьев по территории республики. В результате определяется степень значимости муравьев в формировании лесного сообщества.

#### Характеристика района исследования

Географическое положение Республики Мордовия определяется Русской равнины между восточной долготы и северной широты. Максимальная протяженность с запада на восток 298 км, а с севера на юг до 140 км [1].

Республика расположена на юго-западной периферии бассейна Волги в междуречье Мокши и Суры. Сура (правый приток Волги) протекает вдоль юго-восточной границы, ее основные притоки в Мордовии Алатырь, Большая Кша, Чеберчинка, Штырма, Меня. Мокша (правый приток Оки) течет по западной части Мордовии, к ее бассейну относятся Вад, Сивинь, Исса, Сатис, Урей, Уркат [2].

Согласно лесорастительному районированию Российской Федерации, Мордовия находится в пределах подзона смешанных и широколиственных лесов и (ближе к югу) зоны лесостепи [3; 4]. В структуре почвенного покрова наблюдается сочетание дерново-подзолистых, серых лесных почв, черноземов. В естественной растительности преобладают дубовые леса и луговые степи, распространены сосновые боры с примесью ели. Основными лесобразующими породами в Мордовии являются сосна обыкновенная, ель обыкновенная, лиственница европейская, дуб черешчатый, ясень обыкновенный, клен платановидный, вяз гладкий, бородавчатая и пушистая береза, ольха клейкая, липа мелколистная, тополь черный [5].

Преобладающими типами почв в республике являются дерново-подзолистые и серые лесные, благоприятные для произрастания хвойных и мягколиственных древесных пород и гнездования наземных лесных насекомых, включающих в себя и муравьев рода *Formica* [6;7].

#### Материалы и методы

Основу для настоящего исследования составили результаты полевых сборов, проведенных в 2012–2018 гг. научным руководителем автора доцентом кафедры ботаники и зоологии ННГУ Владимиром Александровичем Зряниным и руководителем Мордовского государственного природного заповедника Александром Борисовичем Ручиным [8; 9]. Были собраны данные по 80 муравейникам 11 видов муравьев рода *Formica*, из них 5 выделены в отдельный подвид *Formica* s. str. (рыжие лесные муравьи) — собственно рыжий лесной муравей *Formica rufa*, малый лесной муравей *F. polyctena*, северный лесной муравей *F. aquilonia*, луговой муравей *F. pratensis* и красноголовый муравей *F. truncorum*. Эту группу видов отличает способность образовывать комплексы муравейников — группы муравейников одного или близкородственных видов, соприкасающихся кормовыми участками [10;11]. В ходе исследования было отмечено, что иногда в комплексах рыжих лесных муравьев обнаруживались и представители других видов рода *Formica*, но в единичном количестве — по всей вероятности, они были занесены в муравейники случайно.

Преобладающая масса локалитетов, где были собраны данные, относятся к территории или окрестностям Мордовского государственного природного заповедника и национального парка «Смольный». Информация о состоянии леса (тип и возраст преобладающей древесной породы, группа полноты и класс бонитета леса в конкретном лесничестве) были взяты с официального сайта регионального отделения Федерального агентства лесного хозяйства по Приволжскому Федеральному округу для определения корреляции между лесорастительными условиями и пространственным распределением популяций муравьев. Особое внимание уделяется следующим параметрам — тип лесобразующей породы, группа полноты леса (степень сомкнутости крон деревьев на 1 га леса, исчисляется в долях единицы, где 1 — оптимальная полнота леса, не затронутая деятельностью человека) и класс бонитета (продуктивности, урожайности) леса в данном районе от I до V (I – наивысший класс урожайности) [12].

В качестве основных методов исследования применялось цифровое картографирование и пространственный анализ на базе геоинформационной системы ArcGIS с картографическим сервисом [13; 14]. Картографиче-



Рис. 1. Карта муравейников рода *Formica* Республики Мордовия. 1 — *Formica fusca*, 2 — *F. rufa*, 3 — *F. pratensis*, 4 — *F. polycтена*, 5 — *F. sanguinea*, 6 — *F. cinerea*, 7 — *F. cunicularia*, 8 — *F. exsecta*, 9 — *F. glauca*

ский мониторинг Среднего Поволжья и прилегающих регионов ведется автором с 2016 г. и регулярно заполняется сведениями о новых муравейниках [15]. Данные, отражающие результаты сборов по каждому муравейнику (вид муравья, населенный пункт и координаты места сбора, тип поселения — одиночный муравейник или комплекс) в табличном формате были экспортированы на карту в виде точечного слоя, где каждая точка отражала сведения о конкретном муравейнике. Дальнейшим шагом было применение инструмента «Построение карты интенсивности» в меню «Пространственный анализ и отображение данных» — таким образом определялись районы с наибольшей плотностью популяций муравьев.

Для обобщения результатов данные подвергались статистической обработке в программе «СтатТех». Каждая характеристика локалитета (преобладающая порода, группа полноты и класс бонитета леса, вид муравья, тип поселения муравьев) представляла собой либо независимый параметр, либо зависимую переменную, через которую определялся параметр. Был проведен анализ зависимости распределения одиночных муравейников и комплексов от вида муравья, типа преобладающей лесообразующей породы, группы полноты и класса бонитета леса. В качестве критериев оценки использовался метод «хи-квадрата» Пирсона (при оценке качественных показателей) с вычислением коэффициента

статистической значимости  $p$ , отражающим разность между минимальной и максимальной частотой встречаемости искомого признака. За критическое значение  $p$ , определяющее границы статистической значимости, было принято  $p \leq 0,05$  [16; 17]. При анализе количественных показателей применялся  $U$ -критерий Манна-Уитни с определением квартилей (минимального и максимального значений исследуемого признака) и медианы (среднего значения исследуемого признака) [18].

### Результаты и обсуждение

В качестве первичного результата настоящего исследования представлена цифровая карта локализации муравейников представителей разных видов рода *Formica* в Республике Мордовия. Сведения о муравейниках отображены в виде точечного слоя, точки дифференцированы по цветам в соответствии с видовой принадлежностью муравьев. В экстенс карты не вошел одиночный муравейник *F. truncorum* на территории Мордовского заповедника, чьи границы практически сливаются с муравейником *F. polycтена*. Исходя из данных картографирования, видно, что наиболее распространенными являются бурый (*F. fusca*) и рыжий (*F. rufa*) лесные муравьи (рис. 1).

Вторым шагом стало построение карты интенсивности распределения муравейников по республике

Таблица 1. Распределение лесов, образованных определенными породами, по классам бонитета

Показатель	Категории	Преобладающая порода			p
		<i>Betula pubescens</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Pinus silvestris</i>	
Класс бонитета леса	II класс бонитета	4 (22,2%)	0 (0,0%)	35 (70,0%)	<0,001
	III класс бонитета	11 (61,1%)	2 (100,0%)	15 (30,0%)	
	IV класс бонитета	3 (16,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	

Легенда

Плотность поселений *Formica*



Рис. 2. Карта плотности популяций муравьев рода *Formica* в Республике Мордовия

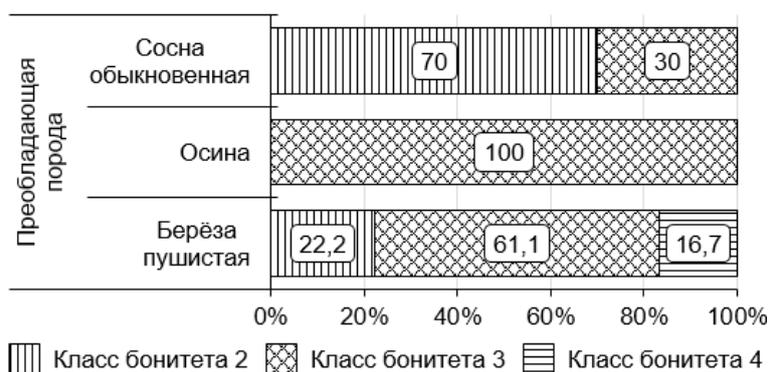


Рис. 3. Распределение лесов, образованных определенными породами, по классам бонитета

с помощью соответствующего инструмента ArcGIS. Карта имеет тепловую визуализацию, разными цветами показана различная плотность скоплений муравьев. За единицу измерения принято количество муравейников на 1 км<sup>2</sup>. В результате было выявлено, что, несмотря на большое количество, поселения разбросаны по республике и имеют неравномерную структуру. В целом можно наблюдать относительно крупные скопления муравьев в Темниковском районе республики (что обусловлено расположением в этом районе Мордовского заповедника) и значимый комплекс в Краснослободском районе (рис. 2).

На завершающем этапе данные были подвергнуты статистической обработке на онлайн-платформе «СтатТех». При помощи данной платформы удалось опреде-

лить взаимосвязь между преобладающей древесной породой и классом бонитета леса (коэффициент статистической значимости составил  $p < 0,001$ ), образованного данной породой. Согласно расчетам по критерию «хи-квадрат Пирсона», из трех лесобразующих пород (*Pinus silvestris* — сосна обыкновенная, *Betula pubescens* — береза пушистая, *Populus tremula* — осина) наибольшей продуктивностью на исследуемых локалитетах обладают сосновые леса — они преимущественно относятся ко II классу бонитета, наименее низкий бонитет — у березы пушистой (III–IV классы) (табл. 1, рис. 3).

Также была выявлена корреляция между видом муравья и способностью данного вида к комплексобразованию (при расчете критерия Пирсона значение  $p$  составило  $p = 0,006$ , что свидетельствует о взаимосвязи между

Таблица 2. Способность к комлексообразованию у разных видов муравьев рода *Formica*

Виды муравьёв	Тип поселения	
	комплекс, число поселений	одиночный муравейник, число поселений
<i>Formica aquilonia</i>	1 (100,0%)	–
<i>Formica cinerea</i>	–	3 (100,0%)
<i>Formica cunicularia</i>	–	2 (100,0%)
<i>Formica exsecta</i>	–	2 (100,0%)
<i>Formica fusca</i>	2 (7,4%)	25 (92,6%)
<i>Formica glauca</i>	–	1 (100,0%)
<i>Formica polyctena</i>	5 (71,4%)	2 (28,6%)
<i>Formica pratensis</i>	3 (37,5%)	5 (62,5%)
<i>Formica pressilabris</i>	1 (100,0%)	–
<i>Formica rufa</i>	6 (46,2%)	7 (53,8%)
<i>Formica sanguinea</i>	–	4 (100,0%)
<i>Formica truncorum</i>	–	1 (100,0%)
p	0,006	

Таблица 3. Распределение муравейников рода *Formica* по фитоценозам различной полноты

Показатель	Категории	Группа полноты леса (сомкнутость крон на 1 га)			U
		Me	Q <sub>1</sub> — Q <sub>3</sub>	N (число муравейников)	
Тип поселения	комплекс	0,8	0,9–0,7	18	<0,001
	одиночный муравейник	0,8	0,9–0,7	52	

Таблица 4. Распределение муравейников рода *Formica* по фитоценозам различных классов бонитета

Показатель	Категории	Тип поселения		p
		комплекс, число поселений	одиночный муравейник, число поселений	
Класс бонитета леса	II класс бонитета	16 (88,9%)	33 (63,5%)	0,117
	III класс бонитета	2 (11,1%)	16 (30,8%)	
	IV класс бонитета	0 (0,0%)	3 (5,8%)	

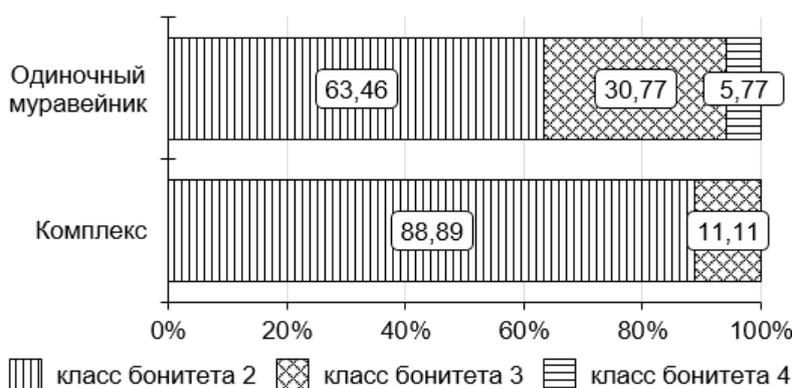


Рис. 4. Распределение муравейников рода *Formica* по фитоценозам различных классов бонитета

анализируемыми параметрами). Было обнаружено, что наиболее активными комплексобразующими видами являются малый (*F. polyclena*) и рыжий (*F. rufa*) лесные муравьи. Также был обнаружен один комплекс муравейников северного лесного муравья (*F. aquilonia*), более характерного для южно-таежной зоны Нижегородской области и, скорее всего, обосновавшегося в национальном парке «Смольный» после реакклиматизации (табл. 2).

При анализе зависимости способности муравьев к комплексообразованию от группы полноты леса (использовался метод U-критерия Манна–Уитни) также были выявлены статистически значимые различия (критерий составил  $U < 0,001$ ). Больше число комплексов было зарегистрировано в относительно «разреженных» лесах группы полноты 0,7. Это объясняется тем, что муравьи чаще образуют комплексы не в полосах сгущения леса, а в т.н. «межполосье» — на границах лесорастительных зон, опушках, вырубках (табл. 3).

Напротив, при оценке возможной зависимости комплексообразования от класса бонитета корреляции между продуктивностью леса и количеством комплексов в данном локалитете обнаружено не было (при расчете критерия Пирсона коэффициент статистической значимости составил  $p = 0,117$ ). Очевидно, данный показатель не влияет на плотность популяций муравьев и их тенденцией образовывать более крупные поселения (табл. 4, рис. 4).

## Заключение

Комплексный анализ лесорастительных условий Республики Мордовия показал, что для региона характерны относительно разреженные, достаточно высокобонитетные хвойные и смешанные хвойно-мягколиственные леса, неравномерно заселенные муравьями рода *Formica*. Присутствие последних объясняется их

тяготением к определенным лесорастительным районам, включающим в себя естественные фитоценозы и ООПТ на территории республики. При картографировании структуры распределения муравейников были выявлены кластеры в районах, совпадающих с границами Мордовского государственного природного заповедника и национального парка «Смольный».

В свою очередь при статистической обработке данных была обнаружена взаимосвязь между лесорастительными условиями и структурой популяций муравьев. Так, образование комплексов муравейников разного размера характерно для межполосий, границ лесорастительных районов, характеризующихся меньшей полнотой леса. В хвойных лесах с преобладанием сосны комплексообразование отмечалось чаще, чем в березняках. При этом бонитет леса не оказывает столь значительного влияния на закономерности расселения муравьев.

Также настоящее исследование показало эффективность геоинформационных технологий в мониторинге состояния экосистем в целом и лесных сообществ в частности. Цифровое картографирование позволяет наблюдать динамику состояния леса в реальном времени и моделировать возможные изменения ситуации в будущем. Однако необходимо учитывать всю совокупность факторов при статистической обработке данных — рассмотрение отдельных параметров в отрыве друг от друга препятствует формированию объективной картины исследуемых условий.

## Благодарности

Автор выражает благодарность своему научному руководителю — кандидату биологических наук, доценту кафедры ботаники и зоологии ННГУ Зрянину Владимиру Александровичу — за предоставленные данные и помощь в ходе исследовательской работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мильков Ф.Н. Среднее Поволжье: физико-географическое описание. М.: Издательство Академии Наук СССР, 1953. 263 с.
2. Исаченко Г.А. Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование: курс лекций. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1998. 112 с.
3. Ямашкин А.А., Борисов А.А., Ямашкин С.А., Зарубин О.А. Ландшафтно-экологическое зонирование Мордовии // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 4 (58), ч. 1. С. 50–53. DOI: 10.23670/IRJ.2017.58.056.
4. Кашпор Н.Н., Мартынюк А.А., Желдак В.И., Сидоренков В.М., Трушина И.Г., Кудряшов П.В., Солонцов О.Н. Схема лесного районирования Российской Федерации // Лесной вестник. 2011. № 3. С. 17–24.
5. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья / под ред. А.В. Ступишина. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1964. 197 с.
6. Коноплева Е.Е. Структура и динамика комплексов муравейников северного лесного муравья *Formica aquilonia* (Hymenoptera, Formicidae) в разных лесорастительных условиях // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2010. № 2–2. С. 407–412.
7. Зрянин В.А., Зрянина Т.А. Новые данные о фауне муравьев (Hymenoptera, Formicidae) Среднего Поволжья // Успехи современной биологии. 2007. Т. 127, № 2. С. 226–240.

8. Зрянина Т.А. Значение зеленых зон в формировании городских мirmekокомплексов // Муравьи и защита леса: мат-лы XIII всерос. мirmekологического симпозиума. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. С. 209–212.
9. Ручин А.Б., Зрянин В.А. К фауне муравьев (Hymenoptera: Formicidae) Республики Мордовия // Муравьи и защита леса: мат-лы XIV всерос. мirmekологического симпозиума. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. С. 108–110.
10. Захаров А.А., Длусский Г.М., Горюнов Д.Н., Гилёв А.В., Зрянин В.А., Федосеева Е.Б., Гороховская Е.А., Радченко А.Г. Мониторинг муравьев Формика: информационно-методическое пособие. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 99 с.
11. Корочкина Н.И., Коноплева Е.Е., Зрянина Т.А. Популяционная структура *Formica aquilonia* (Hymenoptera, Formicidae) на границе бореальных и суббореальных ландшафтов в Поволжье // Зоологический журнал. 2014. Т. 93, № 4. С. 559–569.
12. Лесной план Республики Мордовия на 2019–2028 гг. [Электронный ресурс] // Официальный портал органов государственной власти Республики Мордовия. <https://e-mordovia.ru/gosudarstvennaya-vlast-rm/ministerstva-i-vedomstva/ministerstvo-prm/informatsiya-dlya-grazhdan/glava-iii-otsenka-ekonomicheskoy-effektivnosti-realizatsii-meropriyatiy-po-osushchestvleniyu-planiru/>
13. Allen D.W. Focus on geodatabases in ArcGIS Pro. Esri Press, 2019. 260 p.
14. South A. R-Worldmap: a new R package for mapping global data // The R Journal. 2011. Vol. 3/1. P. 35–43.
15. Козлова А.А. Информационное обеспечение программы «Мониторинг Формика» на территории Среднего Поволжья // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности: сб. ст. всерос. науч.-практ. конф. Оренбург, 2019. С. 261–267.
16. Белюченко И.С., Смагин А.В., Попок Л.Б., Попок Л.Е. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании. Краснодар: КубГАУ, 2015. 313 с.
17. Берлянт А.М. Математическая основа карт: учебник для вузов. М.: Аспект Пресс, 2002. 70 с.
18. Романов М.Ф., Федоров М.П. Математические методы в экологии: учеб. пособие. М. — СПб.: Академия, 2004. 269 с.

© Козлова Анастасия Александровна ( akatoo-nn@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

# ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И ИММУНОЦИТОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ АЦЕТАТОМ СВИНЦА И ВВЕДЕНИИ АНТИОКСИДАНТОВ<sup>1</sup>

## CHANGES IN HEMATOLOGICAL AND IMMUNOCYTOCHEMICAL PARAMETERS OF THE BLOOD OF WHITE RATS WITH LEAD ACETATE INTOXICATION AND THE INTRODUCTION OF ANTIOXIDANTS

**O. Komusova**  
**O. Shubina**  
**O. Kirdyashkina**

*Summary.* This study is aimed at studying leukograms and leukocyte indices of blood, subpopulations of T- and B-lymphocytes to assess the state and functioning of cellular and humoral immunity in acute intoxication with lead acetate and subsequent administration of antioxidant drugs. Studies have shown that when lead acetate was administered in animals of the experimental group, changes were noted in the leukogram and leukocyte indices, the content of CD3, CD4, CD8, CD20 lymphocytes, indicating the course of pathological processes, disruption of cellular and humoral immunity, inhibition of immunoreactivity caused by the action of lead acetate. The administration of the drug "Dihydroquercetin Plus" to rats with lead poisoning led to significant changes in hematological and immunocytochemical parameters, compared with the drug "Selmevit".

*Keywords:* blood, lymphocytes, cellular immunity, humoral immunity, leukogram, antioxidant drugs.

**Комусова Ольга Ивановна**

К.б.н., ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»  
(г. Саранск)  
timoshkina03@mail.ru

**Шубина Ольга Сергеевна**

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева» (г. Саранск)  
os.shubina@mail.ru

**Кирдяшкина Ольга Викторовна**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»  
(г. Саранск)  
Sigma.ov@mail.ru

*Аннотация.* Настоящее исследование направлено на изучение лейкограммы и лейкоцитарных индексов крови, субпопуляции Т- и В- лимфоцитов для оценки состояния клеточного и гуморального звена иммунитета при подострой интоксикации ацетатом свинца и последующем введении антиоксидантных препаратов «Дигидрокверцетин Плюс». Исследование показало, что при введении ацетата свинца у животных опытной группы по сравнению с контролем отмечались изменения в лейкограмме и лейкоцитарных индексах, содержании CD3, CD4, CD8, CD20-лимфоцитов, указывающие на нарушение работы клеточного и гуморального звеньев иммунитета, угнетение иммунореактивности, вызванные действием ацетата свинца. Введение крысам со свинцовым отравлением препарата «Дигидрокверцетин Плюс» привело к изменениям гематологических и иммуноцитохимических показателей.

*Ключевые слова:* кровь, лимфоциты, клеточный иммунитет, гуморальный иммунитет, лейкограмма, антиоксидантные препараты.

<sup>1</sup> Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова и Мордовский государственный педагогический университет им. М.Е. Евсевьева) по теме «Исследование влияния тяжелых металлов на нервную и сердечно-сосудистую систему животных при введении антиоксидантов: экспериментальное исследование».

## Введение

**И**зучение лейкоцитарного профиля в норме и при различных воздействиях является традиционным и важнейшим направлением современной гематологии [1]. Несмотря на большое число исследований в данном направлении остается актуальным изучение роли экзо- и эндогенных токсикантов на реактивность лейкоцитов периферической крови, а также роль антиоксидантов в восстановлении клеточного и гуморального звеньев иммунитета. Препарат с антиоксидантными свойствами «Дигидрохверцетин Плюс» применяется при различных видах патологических состояний организма [1,5]. Поэтому, представляется целесообразным изучение количественного содержания субпопуляции Т- и В- лимфоцитов периферической крови для оценки степени эндогенной интоксикации животного организма, вызванной острым отравлением соединениями свинца и восстановление иммунитета при введении препарата «Дигидрохверцетин Плюс».

## Цель выполнения исследования

Выявить закономерности изменений лейкограммы, лейкоцитарных индексов крови, оценить экспрессию субпопуляций лимфоцитов в периферической крови у крыс при интоксикации ацетатом свинца и последующем введении антиоксидантных препаратов.

## Материалы и методы исследования

Первая группа являлась контрольной. Вторую группу (опыт 1) составили животные, получавших в течение 7 суток перорально ацетат свинца  $Pb(CH_3COO)_2 \times 3H_2O$  в дозе 45 мг/кг/сутки (в пересчете на свинец). Третью группу (опыт 2) составили крысы, получавших в течение 7 суток перорально ацетат свинца  $Pb(CH_3COO)_2 \times 3H_2O$  в дозе 45 мг/кг/сутки (в пересчете на свинец), а затем перорально в течение 7 суток препарат «Дигидрохверцетин Плюс» в дозе 1,78 мг/кг/сутки трехкратно [4,5].

В работе применялись высокоинформативные методы исследования периферической крови: гематологические, иммуноцитохимические, статистические.

Периферическую кровь получали из хвостовой вены крысы под наркозом смеси эфира с хлороформом (1:1) перед декапитацией.

Мазки крови окрашивали по методу Романовского — Гимзы. Лейкоциты подсчитывали в камере Горяева. Относительное содержание лейкоцитов определяли путем цитологического исследования мазков крови [1,3,5].

Расчет индексов производился на основании данных лейкограммы.

Для получения характеристики Т-клеточного звена циркулирующих лимфоцитов оценивалась экспрессия маркеров CD3, CD4, CD8. Для оценки В-системы иммунитета (гуморального звена) определялось количество В-лимфоцитов (CD20).

Согласно инструкции фирмы производителя Dako (Дания) суспензию лимфоцитов раскапывали на стеклах с лунками, предварительно обработанными 0,1% поли-L-лизином (Serva, Германия). В каждую лунку вносили по 20 мкл клеточной взвеси в концентрации  $5 \times 10^6$ /мл. Инкубировали в течение 30 мин во влажной камере. Фиксировали 70% этиловым спиртом 10 мин. После фиксации клетки отмывали в фосфатном буфере (PBS) 3 раза по 5 мин. Далее на подготовленные клетки наносили по 20 мкл специфических моноклональных антител (МКАТ) к CD-маркерам клеток: к CD3, к CD4, к CD8, к CD20 (в разведении 1/100), производства Dako (Дания) и PBS в качестве контроля для исключения прямого иммуномечения (окрашивания) клеток вторичными антителами и инкубировали в течение 30 минут при комнатной температуре во влажной камере. Затем стекла трижды отмывали в PBS, после чего на лунки наносили вторые связывающие антитела по 20 мкл с инкубацией 10 мин. Далее проводили трехкратную промывку стекол PBS. Затем на лунки наносили стрептавидин, конъюгированный с пероксидазой, по 20 мкл с инкубацией 10 мин. Далее трехкратно промывали стекла PBS. Приготовленный ex tempore хромоген (3-диаминобензидин тетрагидрохлорид) наносили по 30 мкл на лунку на 10 мин. и смывали его дистиллированной водой. Стекла подсушивали [5].

Визуализацию и подсчет иммунопозитивных клеток проводили с помощью бинокулярного светового микроскопа (Axioscop «Carl Zeiss», Германия). Увеличение: объектив  $\times 100$ , окуляр  $\times 10$ . CD-позитивные клетки имели отчетливое коричневое окрашивание. Определяли среднее содержание клеток, экспрессирующих CD белки [5].

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 8.0. Для проверки статистических гипотез использовали t-критерий Стьюдента для зависимых и независимых выборок. Результаты представлены как среднее  $\pm$  стандартное отклонение (s). Критический уровень значимости  $p \leq 0,01$ ,  $p \leq 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Исследование лейкограммы опытных животных (опыт 1), получавших ацетат свинца, показало значительные изменения ее от контроля, что свидетельствует о воздействии свинца на клетки крови и органы лейкопоэза и демонстрирует признаки интоксикации (табл. 1).

Таблица 1. Лейкограмма крови у крыс (M±s)

Показатель	Контроль	Опыт 1	Опыт 2
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	6,8±0,3	7,2±0,2*	6,6±0,4 <sup>#</sup>
Палочкоядерные нейтрофилы,%	2,4±1,4	5,6±1,0*	2,75±0,6 <sup>#</sup>
Сегментоядерные нейтрофилы,%	16,2±1,9	17,3±0,9**	16,2±0,8 <sup>#</sup>
Эозинофилы,%	3,1±1,0	9,3±0,9*	3,3±0,7 <sup>#</sup>
Базофилы,%	1,8±0,8	1,0±0,4*	1,3±0,6 <sup>#</sup>
Моноциты,%	4,1±1,5	2,3±0,5*	3,2±0,6* <sup>#</sup>
Лимфоциты,%	72,3±2,6	64,3±1,6*	73,1±1,4 <sup>#</sup>

Примечание: \* — достоверно по отношению к контролю, P≤0,01; \*\* — достоверно по отношению к контролю, P≤0,05; # — достоверно по отношению к опыту 1, P≤0,01.

Таблица 2. Лейкоцитарные индексы крови у крыс (M±s)

Показатель, усл.ед	Контроль	Опыт 1	Опыт 2
Индекс Кребса	0,2±0,04	0,3±0,03*	0,2±0,02 <sup>#</sup>
Лейкоцитарный индекс	3,9±0,5	2,8±0,2*	3,9±0,3 <sup>#</sup>
Лейкоцитарный индекс интоксикации	0,2±0,03	0,3±0,03*	0,2±0,02 <sup>#</sup>
Индекс сдвига лейкоцитов крови	0,3±0,04	0,5±0,04*	0,3±0,02 <sup>#</sup>
Индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов	22,1±9,6	28,1±5,0*	24,3±4,6 <sup>#</sup>

Примечание: \* — достоверно по отношению к контролю, P≤0,01; # — достоверно по отношению к опыту 1, P≤0,01.

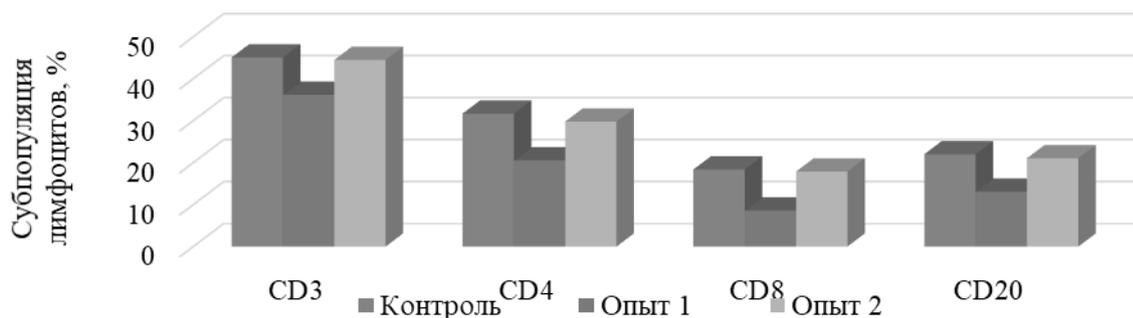


Рис. 1. Содержание субпопуляций лимфоцитов в периферической крови у крыс

В крови животных, получавших ацетат свинца, наблюдался умеренный рост общего количества лейкоцитов, увеличение количества палочкоядерных нейтрофилов, умеренный рост концентрации сегментоядерных клеток, и резкое увеличение содержания эозинофилов при существенном уменьшении количества базофилов, моноцитов, и лимфоцитов (табл. 1). Совокупность изменений индексов отражала выраженную интоксикацию организма опытных животных, сопровождающуюся сбоем в работе иммунной системы (табл. 2). Отмечалось уменьшение содержания CD3, CD4, CD8-лимфоцитов, соответственно на 20 (p≤0,01), 35 (p≤0,01) и 53% (p≤0,01), что свидетельствовало о развитии иммунодефицита по клеточному типу и снижении цитотоксической функ-

ции. В сравнении с показателями контрольной группы, в группе опыт 1 отмечалось снижение содержания CD20-лимфоцитов на 40% (p≤0,01), что указывало на нарушения гуморального иммунитета и продукции антител.

Под влиянием антиоксидантного препарата «Дигидрохверцетин Плюс» (опыт 2) отмечены следующие изменения лейкограммы по сравнению с опытной группой животных, получавшей ацетат свинца (опыт 1): снижение индекса Кребса, лейкоцитарного индекса интоксикации, индекса сдвига лейкоцитов крови, индекса соотношения лимфоцитов и моноцитов; увеличении лейкоцитарного индекса (табл. 2).

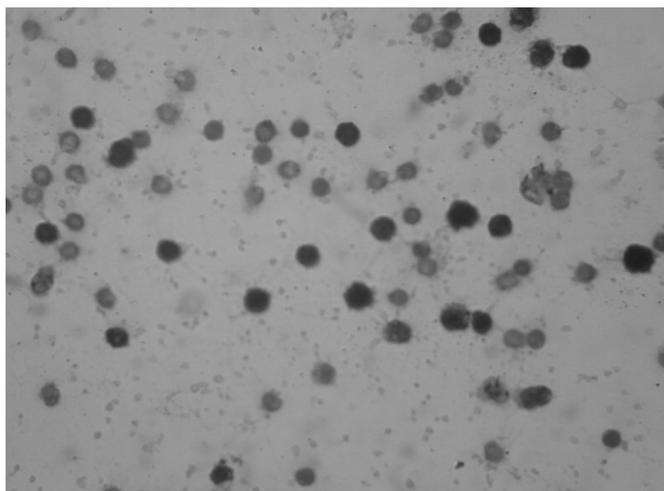


Рис. 2. Субпопуляция Т-лимфоцитов (CD3) в периферической крови у крыс (контроль). Окрашивание (иммуномечение) моноклональными антителами к CD3-маркеру клеток. Об. 100 × ок. 10.

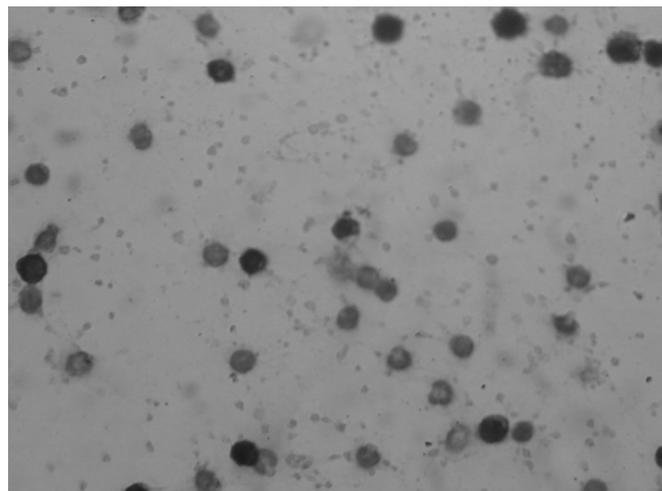


Рис. 3. Субпопуляции Т-лимфоцитов (CD3) в периферической крови у крыс (опыт 1). Окрашивание (иммуномечение) моноклональными антителами к CD3-маркеру клеток. Об. 100 × ок. 10.

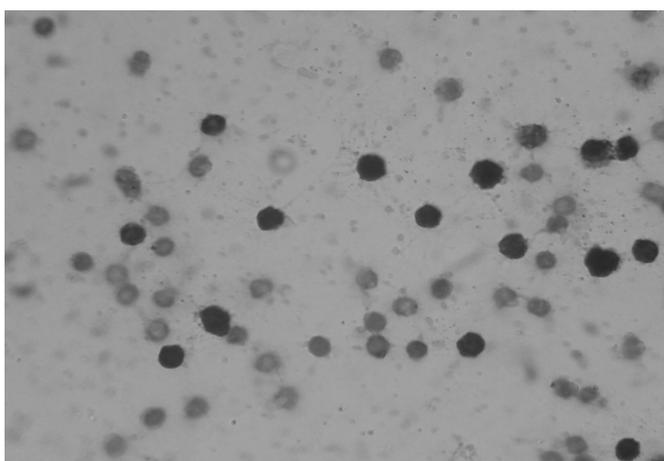


Рис. 4. Субпопуляции Т-лимфоцитов (CD3) в периферической крови у крыс (опыт 2). Окрашивание (иммуномечение) моноклональными антителами к CD3-маркеру клеток. Об. 100 × ок. 10.

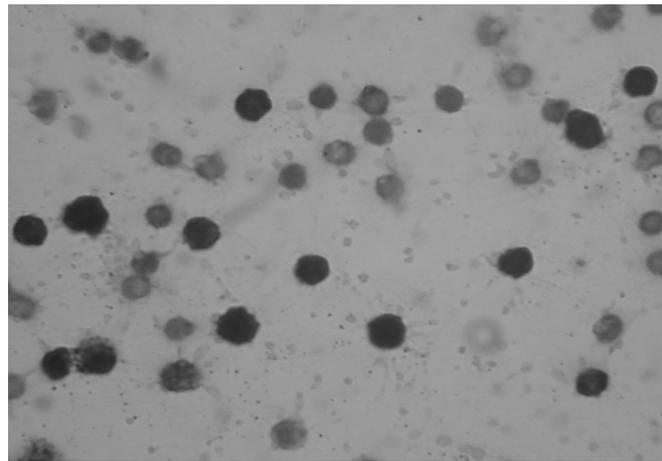


Рис. 5. Субпопуляции Т-лимфоцитов (CD3) в периферической крови у крыс (опыт 3). Окрашивание (иммуномечение) моноклональными антителами к CD3-маркеру клеток. Об. 100 × ок. 10.

Полученные результаты согласовались с данными иммуноцитохимического анализа периферической крови при выявлении маркеров CD3, CD4, CD8, CD20 после введения препарата «Дигидрохверцетин Плюс». При этом выявлено увеличение содержания CD3, CD4, CD8, CD20-лимфоцитов, в сравнении с животными, получавшими ацетата свинца соответственно на 23 ( $p \leq 0,01$ ), 45 ( $p \leq 0,01$ ), 108 ( $p \leq 0,01$ ) и 61% ( $p \leq 0,01$ ). Полученные данные были близки значениям у животных контрольной груп-

пы, что указывало на нормализацию работы клеточного и гуморального иммунитета (рис. 1–5) и положительном действии дигидрохверцетина при восстановлении гематологических показателей крови.

#### Выводы

Получение крысами в течение 7 суток перорально ацетата свинца  $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$  в дозе 45 мг/кг/

сутки привело к резким изменениям в лейкоцитарной формуле: более чем двукратному росту числа палочкоядерных нейтрофилов и еще более значительному увеличению содержания эозинофилов при существенном снижении относительного содержания базофилов и лимфоцитов.

Так же, у животных опытной группы отмечались изменения, в лейкоцитарных индексах, содержании CD3, CD4,

CD8, CD20-лимфоцитов, указывающие на протекание патологических процессов, нарушение работы клеточного и гуморального звеньев иммунитета, угнетение иммунореактивности, вызванные действием ацетата свинца (рис. 1–5). Использование антиоксидантного препарата «Дигидрокверцетин Плюс» у белых крыс с острой интоксикацией ацетатом свинца приводит к положительной динамике гематологических и иммуноцитохимических показателей крови.

---

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бышевский, А.Ш. Неспецифическая коррекция изменений гемостаза при заболеваниях, протекающих с гиперкоагуляцией / А.Ш. Бышевский, С.И. Галян, В.А. Полякова // *Фундаментальные исследования*. — 2008. — № 2. — С. 29–36.
2. Васильев, Ю.Г. Ветеринарная клиническая гематология / Ю.Г. Васильев // *Учебное пособие*. Гриф УМО вузов России (+ DVD) / Лань, 2020. — 687 с.
3. Дубынин, В.А. Регуляторные системы организма человека: учеб. пособие для студ. вузов / В.А. Дубынин, А.А. Каменский, М.Р. Сапин. — М.: Дрофа, 2010. — 365 с.
4. Кобец, Т.В. Интегральные лейкоцитарные индексы как критерий оценки тяжести течения эндогенной интоксикации и эффективности проводимого лечения у детей с атопическим дерматитом [Электронный ресурс] / Т.В. Кобец [и др.] // *От научных разработок к внедрению в практику: педиатрия и детская хирургия: материалы VI Всерос. науч.-практ. конф., 4–5 окт. 2012 г.* / под ред. Т.И. Текученко; КГМУ им. С.И. Георгиевского. — Алушта, 2012. — Режим доступа: URL: <http://drcobez.narod.ru/st>
5. Комусова, О.И. Изменения нейронов переднетеменной коры головного мозга белых крыс под воздействием ацетата свинца и их коррекция препаратом «Дигидрокверцетин Плюс» / О.И. Комусова, О.С. Шубина, Л.П. Тельцов // *Морфология*, Санкт-Петербург, 2016. — С-Пб.: Эскулап. — т. 149. — № 3. — с. 108.
6. Семченко, В.В. Гистологическая техника: учебное пособие / В.В. Семченко, С.А. Барашкова, В.И. Ноздрин, В.Н. Артемьев. — Омск-Орел: Омская областная типография. — 2006. — 290 с.

---

© Комусова Ольга Ивановна (timoshkina03@mail.ru),  
Шубина Ольга Сергеевна (os.shubina@mail.ru), Кирдяшкина Ольга Викторовна (Sigma.ov@mail.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИТОКОВ РЕКИ КУРЫ – ХРАМЧАЙ И АКСТАФАЧАЙ

### POLLUTION OF THE TRIBUTARIES OF THE KURA RIVER — KHAMCHAY AND AKSTAFACHAY

V. Mamedova  
Ye. Aslanova

*Summary.* The anthropogenic load on the biosphere is very noticeable in the hydrosphere, especially in the deterioration, often in the poisoning of freshwater reservoirs. Pollution poses a real threat in those regions where there is a shortage of fresh water and one has to be content with the inflow from neighboring states, where they do not really care about maintaining the purity of transboundary waters. It is in this situation that the State of Azerbaijan is located, more than 70% of the water balance of which consist of tributaries. Of particular concern is the condition of the Khamchay and Akstafachay tributaries. On the territory of Azerbaijan Kura was examined at the Red Bridge, villages. Shikhli, Poylu, Kirzan, Shamkir, Mingachevir and Yevlakh.

*Keywords:* Khamchay, Akstafachay, Kura, microorganism, water.

**Мамедова Вафа Фарман кызы**

Д.б.н., доцент, Гянджинское отделение  
Национальной Академии Наук Азербайджана  
vefa.tamedova74@mail.ru

**Асланова Егяна Азад кызы**

К.б.н., Гянджинский Государственный Университет  
Yeganeaslanova7@mail.ru

*Аннотация.* Антропогенная нагрузка на биосферу весьма ощутима в гидросфере, особенно в ухудшении, часто и в отравлении пресноводных водоемов. Загрязнение представляет реальную угрозу в тех регионах, где испытывается дефицит пресной воды и приходится довольствоваться притоком из соседних государств, где не очень заботятся о сохранении чистоты трансграничных вод. Именно в такой ситуации находится Азербайджанская Республика, более 70% водного баланса которой состоит из притоков. Особую озабоченность вызывает состояние притоков Храмчай и Агстафачай. На территории Азербайджана р. Кура исследована в районе Красного моста, сел. Шихли, Пойлу, Кирзан, Шамкир, Мингечаур и Евлах.

*Ключевые слова:* Храмчай, Агстафачай, Кура, микроорганизм, вода.

### Актуальность

**Н**ежелательные загрязнения, приводящие впоследствии к опасным изменениям физических, химических, биологических и др. свойств воды, земли, воздуха, могут сейчас или в будущем оказать неблагоприятное влияние на жизнь человека, растений, животных, а также на производственные процессы в промышленности, сельском хозяйстве и на генетическую стабильность живой природы, на состояние природных ресурсов. Антропогенная нагрузка на биосферу весьма ощутима в гидросфере, особенно в ухудшении, часто и в отравлении пресноводных водоемов. Загрязнение представляет реальную угрозу в тех регионах, где испытывается дефицит пресной воды и приходится довольствоваться притоком из соседних государств, где не очень заботятся о сохранении чистоты трансграничных вод. Именно в такой ситуации находится Азербайджанская Государство, более 70% водного баланса которой состоит из притоков. Особую озабоченность вызывает состояние притоков Храмчай и Агстафачай. [1,2,7]

### Методика

На территории Азербайджана р. Кура исследована в районе Красного моста, сел. Шихли, Пойлу, Кирзан,

Шамкир, Мингечаур и Евлах. При сборе материалов использованы новейшие батометры Нансена, Бухнера, Сорокина, трубки ГОИН-а и дночерпатели Петерсена. На глубоководных станциях был применен стерильный стеклянный баллон В.И. Романенко.

Река Храмчай загрязняется до слияния с р. Курой на территории Армении и Грузии. Согласно результатам многочисленных наблюдений, до 70-х годов экологическое состояние Храмчая оставалось более или менее стабильным. Проведенные в 1996 и 2022 гг. повторные исследования показали, что в воде Храмчая взвешенные вещества — остатки увеличились в 12–16 раз, биологическое потребление кислорода воды — на 85–90%. Число сапрофитов за указанный период повысилось с 16 тыс./мл (1996) до 230 тыс./мл в 2022 г. Примечательно, что и колиформные бактерии с 5,2 тыс. /мл в 1996 г. достигли до 80 тыс./мл в 2022 г. Вызывает недоумение концентрация фенолов в воде Храмчая. Еще в 2000 году нами отмечено наличие фенолов в воде Храмчая, превышающее ПДК в 40 раз. 2006 и 2007 гг. содержание фенолов в водах Храмчая составляет 0,020–0,042 мг/л. В июле же 2015 г. нашими анализами зафиксировано наличие фенолов в концентрации 0,413 мг/л. [2, 4,6]

Следует отметить, что за весь сорокалетний период исследования бассейна р. Куры, впервые нами обнару-

Таблица 1. Изменение численности (тыс./мл) сапрофитных бактерий в воде р. Куры в пределах Азербайджанской Республики (данные летних сезонов)

Участок	1996	1998	2000	2001	2011	2021	2022	Кратность увеличения
Шихлы	354	359	365	370	380	375	385	3,7
Пойлу	270	278	281	290	320	325	343	3,7
Кирзан	250	252	255	260	264	270	222	3,8
Шамкир	231	252	274	300	329	337	348	6,0
Мингечаур	107	120	136	142	144	181	197	10,2
Евлах	187	190	195	221	249	266	280	21,0
Среднее	200	230	258	265	249	278	300	7,0

жено “цветение” воды проточной реки, которое было зафиксировано 16 июля 1996 г. в районе Красного Моста на Храмчае. Величина продукции фитопланктона достигла здесь уровня 13,4 мл.С /л, а деструкция органического вещества — 3,98 мг С/л сутки, что превышает аналогичные показатели эвтрофированного Мингечаурского и Шамкирского водохранилищ. [1,3,7]

В период интенсивного пользования водой Агстафачайского водохранилища, р. Агстафачай почти напрямую поступает в нижний бьеф, и не подвергаясь существенным изменениям, очистке, используется водопотребителями ряда населенных пунктов Казахского и Агстафинского районов. Сильное загрязнение воды реки за пределами Азербайджана доказано многочисленными фактами. Не раз отмечалось и массовое отравление — гибель рыб в самом водохранилище по причине загрязнения воды реки сточными водами гг. Дилижана, Иджевана и др. населенных пунктов Армении. Ограничимся лишь кратким изложением результатов исследований в июле 2021 г. (Образцы воды взяты в пограничной зоне Армении с Азербайджаном). [1, 5,8]

Количество сапрофитов — 91 тыс./мл  
 Общее число по пр.счету — 23,2 млн./мл  
 Количество колиформных — 40 тыс./мл  
 Азот аммонийный — 0,80 Мг/л  
 Азот нитритный — 0,76 Мг/л  
 Азот нитратный — 9,2 Мг/л  
 Фосфор фосфатный — 3,71 Мг/л  
 Фенолы — 2,376 Мг/л  
 Кислород — 4,4 Мг О<sub>2</sub>/л.

Примечательно, что при наличии свыше 40 млн./мл микроорганизмов, число сапрофитов не превышает 150 тыс./мл. Следовательно, из общей массы микрофлоры лишь 4,3% оказалось вегетативной. Более того, колиформные же бактерии, намного устойчивые к токсикантам, составляют 61% выросших сапрофитов. Как видно, в такой воде подавлена также физиолого-биохимическая активность вегетативных форм микроорганизмов. По-видимому, при наличии столь высокого содержания

фенолов и минимального количества кислорода (наверняка имеются и другие токсиканты), вода, как природная среда, становится малопригодной для нормального функционирования бактериопланктона. Также в воде постоянно присутствуют медь, цинк, нефтепродукты и др. токсиканты, превышающие ПДК соответственно в 28, 21, 22 и 33 раза. Во всех притоках р. Куры отмечается наличие ГХЦГ, СПАВ и др. ядовитых веществ [1,2, 4,7].

Река Кура проходит через густонаселенные регионы республики, где расположено свыше 60 крупных населенных пунктов. В них функционируют многопрофильные объекты промышленности. В бассейне р. Куры количество водопользователей составляет порядка 690–700 единиц, которые ежегодно забирают воду в объеме, в среднем 9500 млн/м<sup>3</sup>. Более 70% этого объема используется сельским хозяйством. А водоотведение в бассейне реки Куры составляет по данным 2015 года около 5500 млн/м<sup>3</sup>. В системе широкой сети водозаборов, водоотведений функционируют сотни гидротехнических пунктов, станций с соответствующей техникой. [7]

По нашим расчетам, только с эксплуатирующей техникой ежегодно в бассейн р. Куры поступает более 60т. нефтепродуктов, со стоками дренажных каналов десятки тонн остатков минеральных и органических удобрений с пестицидами и т.д. Таким образом, можно констатировать, что река Кура и ее притоки бесперебойно загрязняются и на территории Азербайджана. [4,6,7]

Теперь приведем некоторые фактические данные, характеризующие бассейн нижней Куры в недалеком прошлом и в настоящем времени. Микробиологический режим воды р. Куры в пределах Азербайджана изучен посезонно в 1996, 1998, 2000, 2001, 2011, 2021 и 2022 гг. В динамике развития микрофлоры воды из абиотических факторов существенное значение имеют атмосферные осадки и связанные с ними паводки. Поэтому перифитонную микрофлору трудно отнести к числу антропогенных источников. Следовательно, для реки характерны показатели периода межени, когда микрофлора среды остро реагирует на наличие аллохтонного органическо-

го субстрата. Результаты многолетних наблюдений с учетом вышеназванных факторов представлены в табл. 1

По всей сути и значимости эти данные ценны тем, что они характеризуют экологическое состояние р. Куры во времени и пространстве. Еще раз следует подчеркнуть, что среди всех аллохтонных веществ, поступающих в Куру, органический субстрат занимает доминирующее положение и характер, объем его определяют численность и качество основных агентов биодеструкционных процессов, каковыми являются сапрофитные бактерии. [3,5,8]

Как видно из таблицы 1, за 26 лет во всех участках р. Куры сапрофитные бактерии имеют тенденцию к увеличению. При этом наблюдается, что в зонах Шихлы и Пойлу высокая численность сапрофитов за последние 20 лет сохраняется за счет органического субстрата воды, приносимого с верхних участков.

Характерно, что в центральной части исследуемого участка реки Куры, на первый взгляд, имеется минимальное число сапрофитов. В то же время за исследуемый период оно увеличено максимально в 11–19 раз. За весь период исследования особняком стоит зона слияния р.

Храмчай с Курой, где отмечается наибольшее число сапрофитов. Среднее число сапрофитов зоны слияния двух рек в 6 раз превышает таковые в нижерасположенных участках р. Куры. Характерно, что увеличение численности сапрофитных бактерий сопровождается снижением спорозоносных форм микрофлоры. Также отмечается увеличение массы кокковых форм сапрофитов. [7,8]

## ВЫВОД

1. Изменение качественного состава гетеротрофной микрофлоры связано с характером присутствующего в воде субстрата. Качественный и количественный состав сапрофитной микрофлоры претерпевает флуктуации в зависимости от объема и характера аллохтонного вещества в воде р. Куры и нет сомнений в том, что в ней продолжается органическое загрязнение с усугублением, как во времени, так и в пространстве.
2. Следует отметить, что все притоки реки Куры подвержены интенсивному загрязнению в регионах своего расположения и повсеместно концентрация отравляющих веществ значительно превышает допустимые санитарно-гидробиологические нормы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мамедова В.Ф. Влияние биодеструкции аутохтон-аллохтонных органических веществ на кислородный режим Шамкирского водохранилища // Материалы Международной научной конференции, посвященной 70-летию АГТУ, Астрахань, 2003. С. 141–143.
2. Мамедова В.Ф., Салманов М. Современное микробиологическое и экологическое состояние Шамкирского водохранилища // Труды научно-практической конференции. Баку, 2001. С. 174–176.
3. Мамедова В.Ф. Экологическое состояние первичной продукции фитопланктона Шамкирского водохранилища // Гянджирский НЦ НАНА: Сб. X b r l r, 2004. № 14. С. 5–7.
4. Морозова О.В. Влияние свинца и салициловой кислоты на структуру бактериопланктона экспериментальных водоемов // Сборник научных трудов Института проблем экологии и недропользования АН РТ. 2014. С. 146–156.
5. Халилов Ш.Б. Водохранилища Азербайджана и их экологические проблемы. Баку, 2003. 310 с.
6. Цискаришвили Л.П., Супаташвили Г.Д., Мгеладзе Р.Г. Гидробиологический режим и ихтиофауна р. Куры. Тбилиси: Мецниереба, 1980. 212 с.
7. Sergio A.M.D., Bustos T.Y. Biodegradation of wastewater pollutants by activated sludge encapsulated inside calcium-alginate beads in a tubular packed bed reactor // Biodegradation. 2009. V. 20. № 5. P. 709–715. <https://doi.org/10.1007/s10532-009-9258-y> Бюллетень науки и практики / Bulletin of Science and Practice <https://www.bulletennauki.com> T. 7. № 8. 2021 <https://doi.org/10.33619/2414-2948/69> Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY4.0) 82
8. Mamedova V.F. (2021) Modern ecological situation of Shamkir water reservoir. Бюллетень науки и практики. / Bulletin of Science and Practice T.7 № 8. 2021 <https://doi.org/10.33619/2414-2948/69/10> ст. 78–82

© Мамедова Вафа Фарман кызы ( vefa.mamedova74@mail.ru ), Асланова Егяна Азад кызы ( Yeganeaslanova7@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ПОДРОСТКОВ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

## EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF ENVIRONMENTAL COMPONENTS ON THE ELEMENTAL STATUS OF ADOLESCENTS IN KHABAROVSKY KRAI

**A. Nesterenko  
G. Evseeva  
E. Tselikh**

*Summary.* The elemental status of an organism depends on the concentration of impurities of chemical elements in the environment which determines the state of health. Aim of the study: to study the level of influence of the chemical composition of soil and water on the elemental status of adolescents living in the Khabarovsk Krai. We conducted a survey of adolescents living in the Okhotsky (n=72) and Nikolaevsky (n=49) districts of the Khabarovsk Krai. We have determined the content of Fe, Cu, Zn, Se, Th and U in hair, water and soil by atomic emission spectroscopy. Results: Significant correlations were found between the content of Fe, Th in hair and water ( $r=0.52-0.89$ ), Fe, Cu, Zn, Se in hair and soil ( $r=0.38-0.71$ ). The value of correlation relationships among adolescents living in the Nikolaevsky region is 1.5 times higher than among teenagers living in the Okhotsky region. Thus, the chemical elements in water and soil influence the formation of the elemental status of adolescents and contribute to the functional state of the body.

*Keywords:* soil, water, trace elements, teenagers, hair.

**Нестеренко Алена Олексовна**

Старший преподаватель, Тихоокеанский государственный университет, (г. Хабаровск)  
alenushka\_3@inbox.ru

**Евсеева Галина Петровна**

Д.м.н., г.н.с., Хабаровский филиал Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания — Научно-исследовательский институт охраны материнства и детства (г. Хабаровск)  
evseewa@yandex.ru

**Целых Екатерина Дмитриевна**

Д.б.н., профессор, Дальневосточный государственный университет путей сообщения (г. Хабаровск)  
celixed@mail.ru

*Аннотация.* Элементный статус организма зависит от концентрации примесей химических элементов в окружающей среде, что, в свою очередь, определяет состояние здоровья. Цель исследования: изучить уровень воздействия химического состава почвы и воды на элементный статус подростков Хабаровского края. Обследованы подростки, проживающие в Охотском (n=72) и Николаевском (n=49) районах Хабаровского края. Содержание Fe, Cu, Zn, Se, Th и U в волосах, воде и почве проведено методом атомно-эмиссионной спектроскопии. Результаты: Достоверные корреляционные взаимосвязи установлены между содержанием Fe, Th в волосах и воде ( $r=0,52-0,89$ ), Fe, Cu, Zn, Se в волосах и почве ( $r=0,38-0,71$ ). Величина корреляционных зависимостей у подростков, проживающих в Николаевском районе в 1,5 раза выше, чем у подростков Охотского района. Таким образом, химические элементы, присутствующие в воде и почве, влияют на формирование элементного статуса подростков, вносят вклад в функциональное состояние организма.

*Ключевые слова:* почва, вода, микроэлементы, подростки, волосы.

**Х**имический состав компонентов окружающей среды во многом зависит от геохимического фона подстилающей поверхности. Химические элементы, поступающие в почву и воду, включаются в пищевые цепи, конечным звеном которых чаще всего является человек. Поэтому химический состав воды и почвы опосредованно влияет на микроэлементный статус населения [1; 2].

Неравномерное перераспределение химических элементов в окружающей среде, а также загрязнение почв и водоемов, нередко приводит к дисбалансу микроэлементов в организме человека населения [1]. Так,

например, согласно Государственному докладу о состоянии окружающей среды по Хабаровскому краю, практически во всех водных объектах региона присутствуют соединения Fe, Cu и Zn. В 2019 году в результате мониторинга водных объектов выявлено 104 случая высокого и 19 случаев экстремально высокого загрязнения поверхностных вод в Хабаровском крае [3].

Кроме того, в земной коре Охотского и Николаевского районов в результате активного рудогенеза присутствуют радиоактивные элементы (Th, U) [4], которые могут определять элементный статус населения.

Дополнительным отягчающим фактором дисбаланса многих микроэлементов могут служить неблагоприятные условия климата. Например, на севере Хабаровского края средняя температура января достигает  $-40^{\circ}\text{C}$ , средняя температура июля  $+15^{\circ}\text{C}$ , продолжительность залегания снежного покрова в Охотском районе 250–280 дней, в Николаевском 220–240 дней [5].

Достаточное количество макро- и микроэлементов, витаминов обеспечивает поддержание полноценных процессов жизнедеятельности. Особую роль микроэлементы играют во время роста и развития детей. Нами был рассмотрен подростковый период, так как он является одним из критических периодов развития, характеризующихся скачком роста и половым созреванием [1].

Наблюдается рост заболеваемости с 2010 по 2020 гг. подростков в районах компактного проживания (Николаевский и Охотский районы) в 1,5 раза и в 1,2 раза соответственно, при снижении общей заболеваемости подростков в Хабаровском крае в 1,1 раза, что указывает на присутствие у населения данных территорий признаков истощения функциональных резервов организма. В связи с этим особую актуальность приобретает оценка экологического состояния окружающей среды на севере региона в местах компактного проживания подростков и анализ содержания химических элементов в волосах, отражающий длительность и характер их поступления в организм [6].

Цель исследования: изучить уровень воздействия химического состава почвы и воды на элементный статус подростков Хабаровского края.

## Материалы и методы

Отбор проб питьевой воды и почвы производился в п. Арка Охотского района и п. Лазарев Николаевского района. Пробы питьевой воды были взяты в водопроводных кранах школ и частных домов ( $n=40$ ) в течение года по сезонам (2019–2020 гг.). Почвенные образцы были взяты на земельных участках ( $n=20$ ). Отбор почвенных образцов производился однократно в осенний период (сентябрь 2019 г.). Отбор проб питьевой воды и образцов почв выполнялся в соответствии с требованиями ГОСТа 56237–2014 «Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах», ГОСТа 17.4.4.02–2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».

Проведено обследование подростков ( $n=121$ ), проживающих в Николаевском ( $n=49$ ) и Охотском ( $n=72$ ) районах Хабаровского края, средний возраст  $14,60 \pm 0,21$ ,

$14,57 \pm 0,54$ , соответственно. Разрешение Этического комитета Хабаровского филиала ДНЦ ФПД — НИИ ОМид получено на основании «информированного согласия» родителей обследованных детей. Взятие образцов волос у подростков проводилось на базе центральной районной больницы п. Лазарев Николаевского района, п. Арка Охотского района.

Определение примесей Fe, Cu, Se, Zn, Th и U в питьевой воде, почве и волосах проведено методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой, с анализом образцов на приборе ICP-MS Elan 9000 (Канада) в аккредитованной лаборатории на базе Хабаровского инновационно-аналитического центра Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН.

Содержание химических элементов в воде и почве значениям предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) определялось в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Ввиду отсутствия установленных ПДК и ОДК Se были взяты данные нидерландских экологов [7], фоновые значения Th и U по И.Г. Асылбаеву, И.К. Хабирову, И.М. Габбасовой и др. (2017), [8], ПДК Th и U по Руководству ВОЗ (2017) [9].

Содержание исследуемых элементов в волосах сравнивали с российскими референтными значениями по А.В. Скальному [10].

Статистический анализ проводился с использованием стандартных методов вариационной статистики: определение достоверности полученных данных в условиях стандартного нормального распределения для независимых выборок, с использованием коэффициента Стьюдента, с учетом «ошибки средней» —  $M \pm m$ . Степень связности параметров оценивалась с помощью веса корреляционного графа, рассчитываемого как сумма соответствующих коэффициентов парной корреляции [11].

Для математических расчетов использовались статистический пакет Statistica 10.0 и офисный пакет Microsoft Office Excel 2013 [12].

## Результаты и обсуждение

Результаты анализа проб питьевой воды в обследованных районах представлены на рисунке 1.

По результатам исследований питьевой воды Охотского и Николаевского районов установлено соответствие концентраций анализируемых элементов в пробах ПДК.

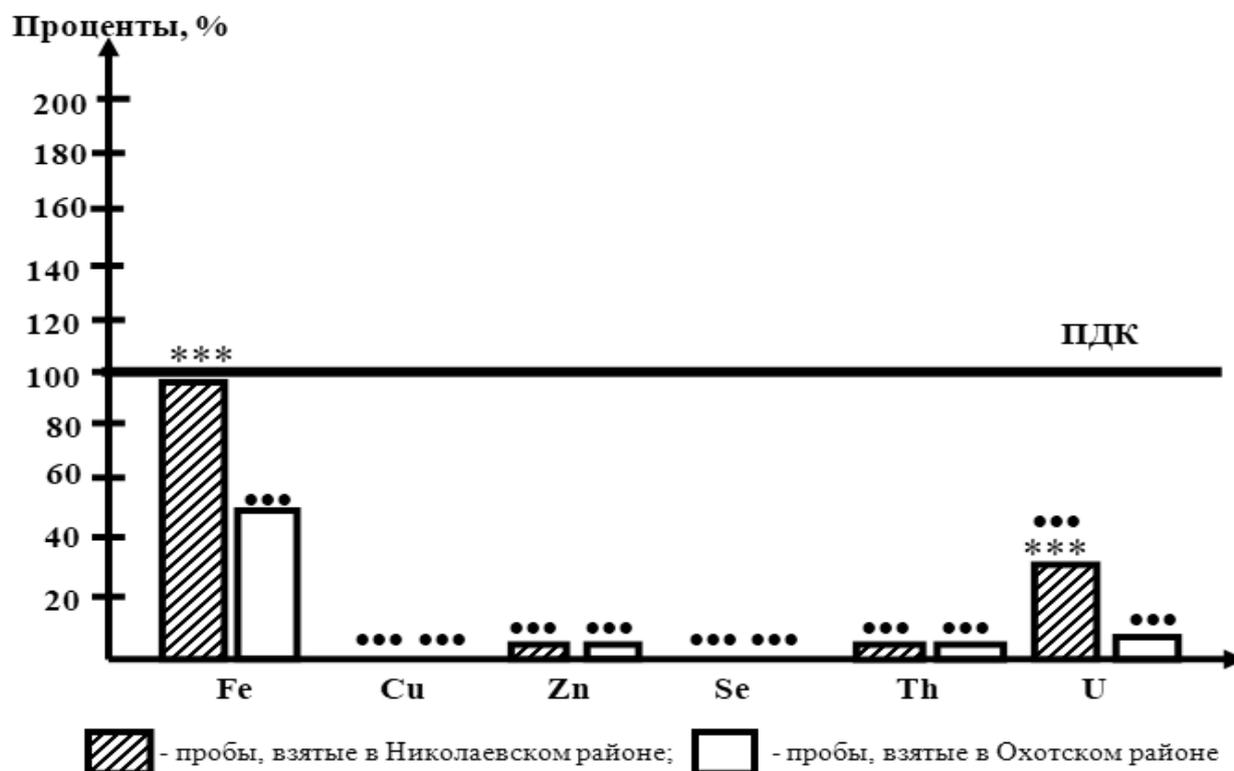


Рис. 1. Концентрация химических элементов в питьевой воде п. Арка Охотского района и п. Лазарев Николаевского района (в процентах,%)

Примечание: здесь и далее: достоверные различия характеристик между районами показаны:  $p \leq 0,05$  (\*);  $p \leq 0,01$  (\*\*);  $p \leq 0,001$  (\*\*\*) ; достоверные различия концентрации химических элементов с ПДК показаны:  $p \leq 0,05$  (\*);  $p \leq 0,01$  (\*\*);  $p \leq 0,001$  (\*\*\*) .

Во всех пробах выявлено высокое содержание Fe и достоверно низкое содержание эссенциальных элементов: Cu, Zn, Se ( $p < 0,001$ ), более выраженное в Охотском районе. В пробах питьевой воды обнаружено содержание радиоактивных элементов (Th и U). Однако концентрация Th и U соответствует нормативам по СанПиН 1.2.3685–21 и Руководству ВОЗ.

Установлены достоверные различия по содержанию Fe и U в питьевой воде между районами: в Николаевском районе концентрация примесей в пробах воды превышает в 2,0 и 5,0 раза, соответственно ( $p < 0,001$ ).

На рисунке 2 представлены усредненные концентрации анализируемых химических элементов в почвах северных районов Хабаровского края.

Концентрация Fe в образцах почв Охотского района соответствовала ПДК, а в Николаевском районе превышала ПДК в 1,8 раза ( $p < 0,001$ ). Концентрация Cu в Охотском районе соответствовала ОДК, в п. Лазарев Николаевского района в 1,2 раза превышала ОДК (в 80% проб содержание превышало ОДК).

Во всех образцах почв установлено избыточное содержание Zn: в Охотском районе превышение ПДК составило 7,9 раза (6,2–9,0,  $p < 0,001$ ), в Николаевском районе (2,8–3,1,  $p < 0,001$ ).

Биогеохимическая провинция Хабаровского края бедна по содержанию Se, что подтвердил анализ почвенных образцов [1].

Рудогенез, активно протекающий в Николаевском районе, является источником высоких концентраций радиоактивных элементов в почвах [4], что подтверждают результаты исследования: превышение концентрации Th в 1,95 раза в сравнении с ПДК. Концентрация Th в почвах Охотского района ниже фоновых значений. Содержание U в почвенных образцах не превышало фоновых значений по всем исследуемым районам.

Концентрация Fe, Cu, Th и U в почвенных образцах Николаевского района достоверно выше в сравнении с образцами Охотского района ( $p < 0,001$ ), а содержание эссенциальных микроэлементов (Zn, Se) ниже ( $p < 0,001$ ).

Таблица 1. Концентрация (M±m) микроэлементов в волосах (мкг) подростков Хабаровского края

Микроэлемент	Fe	Cu	Zn	Se	Th	U
Референтные значения	5,0–25	8–12	94–183	0,5–1,5	<0,001	0,003
Подростки Охотский район	23,55± 2,75▲▲▲	8,32± 0,51▲	136,3± 10,51▲▲▲	0,2218± 0,003▲▲▲	0,0017± <b>0,0009***</b> ▲	0,0026± 0,0007
Подростки Николаевский район	54,25± <b>8,38***</b>	5,23± 0,70	246,58± <b>29,81***</b>	0,011± 0,001	0,014± <b>0,001***</b>	0,027± 0,003

Примечание: норматив Th и U в волосах — по Наркович Д.В. (2012), нормативы содержания в волосах показаны по Оберлис Д., Харланд Б., Скальному А. (2008); превышение физиологического норматива выделено жирным шрифтом; концентрация микроэлемента, соответствующая верхней границе норматива, выделена курсивом. Различие с границей физиологического норматива достоверно: при  $p \leq 0,05$  (\*); при  $p \leq 0,01$  (\*\*); при  $p \leq 0,001$  (\*\*\*) ; различие между подростками николаевского и Охотского районов достоверно при  $p \leq 0,05$  (▲); при  $p \leq 0,01$  (▲▲); при  $p \leq 0,001$  (▲▲▲).

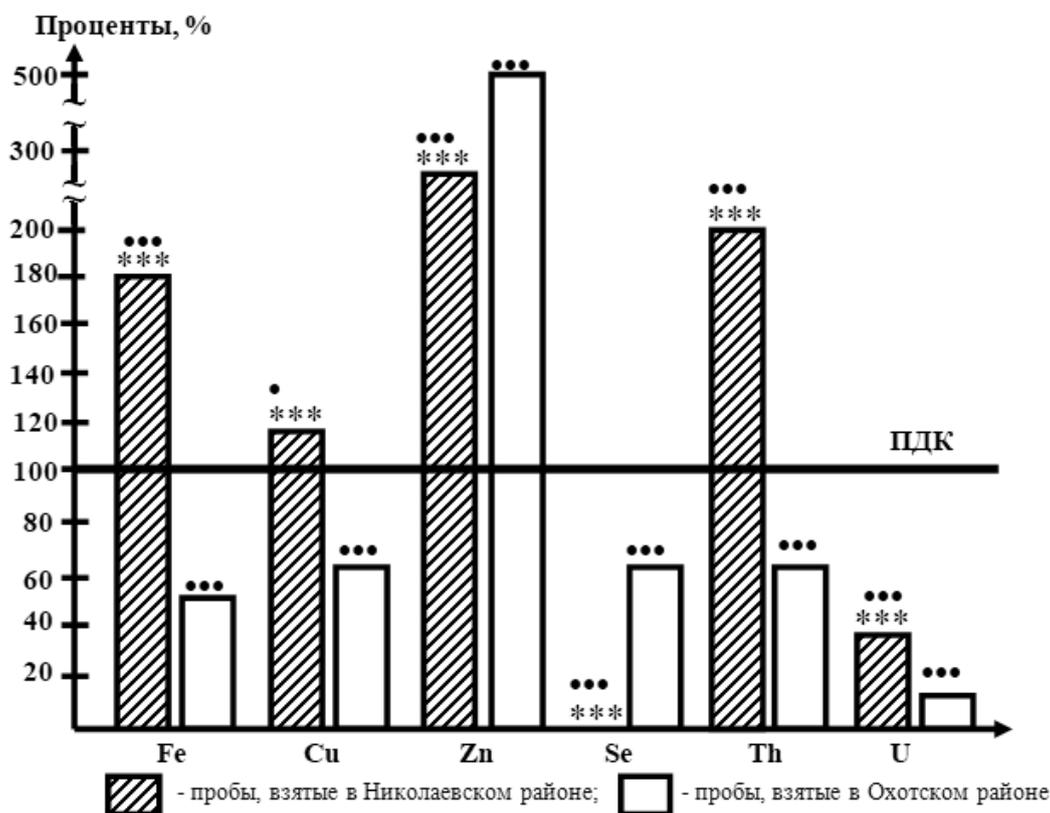


Рис. 2. Концентрация химических элементов в почвах п. Арка Охотского района и п. Лазарев Николаевского района (в процентах,%)

Таким образом, в Николаевском районе установлен более выраженный дисбаланс микроэлементов в окружающей среде, связанный с избытком радиоактивных и токсичных веществ и дефицитом эссенциальных элементов.

Микроэлементы поступают в организм не только с водой, но и с питанием. Ранее нами были проведены

исследования по анализу рациона населения севера Хабаровского края [13]. Химические элементы, поступающие в организм из окружающей среды (вода, продукты питания, воздух), аккумулируются в таких биологических субстратах, как волосы (таблица 1).

В результате элементного анализа волос выявлена высокая концентрация Fe в группе подростков Никола-

евского района, превышающая средние значения в 2,2 раза. Концентрация Fe в волосах подростков Охотского района в пределах референтных значений.

Содержание Cu в волосах на нижней границе норматива среди подростков Охотского района и в 1,5 раза ниже по сравнению с референтными значениями среди подростков Николаевского района ( $p < 0,001$ ).

Анализ содержания Zn в волосах выявил превышение верхней границы норматива в волосах подростков Николаевского района в 1,3 раза ( $p < 0,001$ ). В Охотском районе концентрация Zn в волосах соответствовала пределам референтных значений.

Содержание Se дефицитно в волосах всех обследуемых групп ( $p < 0,001$ ).

Установлены высокие концентрации Th в волосах всех групп по сравнению с референтными значениями ( $p < 0,001$ ).

Выявлена концентрация U в пределах верхней границы физиологического норматива в волосах всех групп и является пограничным показателем (таблица 1), который при длительном действии может приводить к дисфункциональным состояниям организма.

В результате анализа элементного состава проб питьевой воды, почвы и образцов волос подростков, проживающих в северных районах Хабаровского края с различными климатическими условиями, были установлены достоверные корреляционные взаимосвязи. Значимые прямые зависимости содержания микроэлементов в компонентах окружающей среды (питьевая вода, почва) установлены для Zn ( $r = 0,86$ ,  $p < 0,05$ ), Fe ( $r = 0,59$ ,  $p < 0,05$ ), и U ( $r = 0,9$ ,  $p < 0,05$ ).

Достоверные корреляционные зависимости между содержанием элементов в волосах и окружающей среде выявлены между содержанием Fe, Th в волосах и воде

( $r = 0,52 - 0,89$ ,  $p < 0,05$ ), Fe, Cu, Zn, Se в волосах и почве ( $r = 0,38 - 0,71$ ,  $p < 0,05$ ).

Согласно литературным данным, при действии неблагоприятных факторов среды (экологические условия, климат и др.) сила корреляционных связей между различными параметрами организма повышается [14].

Анализ корреляционных взаимоотношений содержания элементов в волосах обследованных подростков, с использованием метода корреляционной адаптометрии, показал, что величина корреляционного графа у детей, проживающих в Николаевском районе в 1,5 раза выше по сравнению с подростками Охотского района. Данная методика позволяет дать количественную оценку уровня здоровья населения и прогнозировать возможные неблагоприятные изменения в состоянии здоровья.

Таким образом, анализ питьевой воды показал, что пробы соответствуют ПДК, однако в ряде случаев выявлено превышение концентрации Fe и низкие концентрации эссенциальных микроэлементов Cu, Zn, Se, связанные с дисбалансом других микроэлементов в окружающей среде. Дисбаланс анализируемых элементов в образцах почв Николаевского района более выражен по сравнению с образцами Охотского района. Установленные корреляционные зависимости между волосами подростков, водой и почвой, взятой с территории их проживания, свидетельствуют о весомом влиянии компонентов окружающей среды на элементный статус подростков Хабаровского края.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод элементный дисбаланс в окружающей среде отражается на содержании химических элементов в биосубстратах подростков, проживающих на территориях геохимических аномалий, и может являться фактором риска развития экологически обусловленных заболеваний.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Евсеева Г.П. Экологическое воздействие качества окружающей среды Хабаровского края на уровень заболеваемости детского населения / Г.П. Евсеева, С.В. Пичугина, Е.И. Яковлев и др. // Региональные проблемы, 2018. — Т. 21. — № 4. — С. 93–100.
2. Витковский Ю.А. Влияние антропогенных геохимических факторов среды обитания на элементный статус детей п. Хапчеранга (Восточное Забайкалье) / Ю.А. Витковский, Л.А. Михайлова, Е.А. Бондаревич и др. // Забайкальский медицинский вестник, 2018. — № 2. — С. 14–23.
3. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2019 году / под ред. А.А. Сабитова. Хабаровск, 2020. — 286 с.
4. Коковкин А.А. Новейшая структура Сихотэ-Алинского орогена, ме-таллогения Сихотэ-Алинской рудной провинции / А.А. Коковкин // Региональная геология и металлогения, 2013. — № 53. — С. 1–9.
5. Климат Хабаровского края [электронный ресурс]: <http://www.geogr.msu.ru/avalanche/federation/hab.doc/hab.htm> (дата обращения 01.07.2022).
6. Рафикова Ю.С. Содержание ртути в волосах населения геохимической провинции / Ю.С. Рафикова, И.Н. Семенова, Р.Ф. Хасанова и др. // Гигиена и санитария, 2019. — Т. 98. — № 12. — С. 1349–1354.

7. Crommentuijn T. Maximum Permissible Concentrations and Negligible Concentrations for metals, taking background concentrations into account / T. Crommentuijn, M.D. Polder, E.J. Van de Plassche // RIVM Report 601501001. Bilthoven, Netherlands, 1997. — 260 p.
8. Асылбаев И.Г. Геохимия урана и тория в почвах Южного Урала / И.Г. Асылбаев, И.К. Хабиров, И.М. Габбасова и др. // Почвоведение, Российская академия наук (Москва), 2017. — № 12. — С. 1468–1476.
9. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: 4-е изд. [Guidelines for drinking-water quality — 4th ed.]. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2017. — 604 с.
10. Скальный А.В., Быков А.Т. Эколого-физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине / А.В. Скальный, А.Т. Быков. — Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. — 198 с.
11. Разжевайкин В.Н. Модельное обоснование корреляционной адаптометрии с применением методов эволюционной оптимальности / В.Н. Разжевайкин, М.И. Шпитонков // Журнал вычислительной математики и математической физики, 2003. — Т. 3. — № 2. — С 308–320.
12. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов / О.Ю. Ермолаев. — М.: Московский психол.-соц. ин-т. Из-во Флинт, 2003. — С. 19–72.
13. Нестеренко А.О. Анализ элементного состава сыворотки крови и волос подростков разных этнических групп хабаровского края на фоне рациона питания и техногенного загрязнения территории / А.О. Нестеренко, Е.Д. Целых, Н.К. Христофорова и др. // Сеченовский вестник, 2018. — № 2. — С. 26–32.
14. Горбань А.Н. Динамика корреляций между физиологическими параметрами и экологоэволюционный принцип полифакториальности / А.Н. Горбань, В.Т. Манчук, Е.В. Петушкова // Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. — Л.: Гидрометеоиздат, 1987. — Т. 10. — С. 187–198.

© Нестеренко Алена Олексовна (alenushka\_3@inbox.ru),

Евсеева Галина Петровна (evseewa@yandex.ru), Целых Екатерина Дмитриевна (celixed@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Тихоокеанский государственный университет

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРИБОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В ФОРМИРОВАНИИ МИКОБИОТЫ НЕКОТОРЫХ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

## GENERAL CHARACTERISTICS OF FUNGI PARTICIPATING IN THE FORMATION OF MYCOBIOTA OF SOME FORAGE PLANT FLORA OF AZERBAIJAN

**A. Yusifova**

*Summary.* In 2012–2021, an analysis of the fungal biota of cultivated and wild fodder plants in various regions of Azerbaijan was conducted. It has been revealed that 136 types of fungi and fungus-like organisms take part in the formation of their mycobiota. Among the fungi registered in the study, 6.8% belong to fungus-like organisms (Chromista), and the rest to true fungi (Fungi or Mycota). Registered fungi are characterized by a large variety of ecotrophic relationships and forms of ecotrophic specialization. The presence of phytopathogenic and toxigenic fungi among registered fungi leads to a decrease in both productivity and biological value of fodder plants (anaxanim559@gmail.com).

*Keywords:* fodder plants, fungal biota, species composition, ecotrophy, phytopathogenic and toxigenic fungi.

**Юсифова Анаханым Амралы**

*Диссертант, Институт Микробиологии НАНА;  
к.агр.н., доцент, Азербайджанский Государственный  
Педагогический Университет  
anaxanim559@gmail.com*

*Аннотация.* В 2012–2021 годах проведен анализ грибной биоты культурных и дикорастущих кормовых растений в различных регионах Азербайджана. Выявлено, что в общей сложности в формировании их микобиоты принимают участие 136 видов грибов и грибоподобных организмов. Из числа зарегистрированных в исследовании грибов 6,8% относятся к грибоподобным организмам (Chromista), а остальные — к истинным грибам (Fungi или Mycota). Зарегистрированные грибы характеризуются большим разнообразием экотрофических отношений и форм проявления экотрофической специализации. Наличие среди зарегистрированных грибов фитопатогенов и токсигенов приводит к снижению как продуктивности, так и биологической ценности кормовых растений.

*Ключевые слова:* кормовые растения, грибная биота, видовой состав, экотрофика, фитопатогенные и токсигенные грибы.

**Р**аспространение 9 из 12 известных типов климата на территории Азербайджанской Республики [13] способствовало богатству её природы и в первую очередь флоры. Так, на территории небольшой страны встречается большинство форм растениеводства, что выражается в участии в формировании флоры около 5000 видов [1]. Среди видов растений, входящих во флору Азербайджана, существует достаточное количество растений, имеющих хозяйственное значение, а также являющиеся источником ряда продуктов постоянного рациона человека, лекарственные растения, являющиеся источником компонентов с фармакологической активностью, а также виды кормового назначения, обеспечивающие людей различными питательными веществами и жизнедеятельность живых организмов [5]. Интересно, что ряд растений, входящих во флору Азербайджана, обладают одновременно всеми этими качествами. Примером может служить кукуруза, горох, пшеница, ячмень и т.п. Так, кукуруза имеет как пищевое, кормовое, так и лекарственное назначение. Пшеница используется как в пищевых, так и в кормовых целях. То же самое можно сказать о горохе и ячмене.

Многие из растений, распространенных в Азербайджане, являясь предметом различных исследований, и в той или иной степени изучены в различных аспектах (ботанических, фармакологических и др.) [1, 11]. Однако виды растений, особенно различного назначения (пищевые, кормовые, лечебные), как относящиеся к флоре Азербайджана, так и индуцированные, не стали предметом систематических микологических, в том числе фитопатологических исследований, и перечень таких растений можно встретить лишь в отдельных исследованиях, указывающих на местообитание грибов на этих растениях. Хотя грибковые заболевания ежегодно снижают продуктивность того или иного вида, многие из них гибнут и, как следствие, уменьшается количество особей в популяции [8]. Предотвращение таких явлений, т.е. определение комплексных мероприятий по устранению наблюдаемых негативных последствий, комплексное изучение микобиоты растений, особенно фитопатогенных и токсигенных видов (видовой состав, экотрофические связи и проявления специализации и др.), грибов, формы отношений между растением-хозяином является одним из наиболее важных и актуальных вопросов.

Таблица 1. Количественная характеристика таксономической принадлежности грибов, зарегистрированных в ходе исследования

№	Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
1	Chromysta	1	1	2	2	2	5
2	Fungi	3	8	15	20	53	131
Всего		4	9	17	22	55	136

Как отмечалось, среди растений флоры Азербайджана, много кормовых растений, причем выращиваются они как в культуре, так и встречаются в диком виде [4]. Исследования показали, что эти растения являются одним из мест обитания как самих грибов, так и обогащения метаболитов, образуемых в результате их жизнедеятельности [7, 15]. Однако, в Азербайджане недостаточно исследований, посвященных выяснению данного вопроса.

По этой причине целью данной работы явилась характеристика видового состава, эколого-трофических отношений микобиоты ряда кормовых растений, входящих во флору Азербайджана, и оценка влияния микобиоты на биологическую продуктивность и ценность кормов.

### Материалы и методы

Исследования проводились в 2012–2021 годах в экологически разных районах Азербайджана (Азербайджанская часть Большого Кавказа, Кура-Араксинская низменность, Малый Кавказ и Лянкяранско-Астаринский район). Образцы были взяты из вегетативных и генеративных органов растений — *Galega officinalis* L., *Medicago sativa* L., *Phleum pratense* L., *Poa pratensis* L., *Sorghum sudanense* Pers, *Trifolium pratense* L., *Vicia sativa* L., *Zea mays*, распространенных (произрастающих и выращиваемых) на территориях исследования и предположительно являющихся местом обитания микромитозов.

Отбор проб, подготовку гербариев, лабораторный анализ, а также выделение грибов в чистую культуру проводили согласно классическим микологическим методам и подходам с использованием стандартных питательных сред (сусло-агар, агар Сабуро, картофельный агар, рисовый агар и др.) [10], идентификация грибов проводилась на основании различных определителей [2–3, 9, 12, 14, 16–18], характеристика экотрофических связей и форм проявления её специализации проводилась на основании литературных данных.

### Полученные результаты и их обсуждение

В ходе исследований, проведенных в 2012–2021 гг., было отобрано около 700 проб, среди них зафиксировано 136 видов грибов и грибоподобных организмов, сведения о которых обобщенно представлены в таблице 1. Как видно, 5 из зарегистрированных видов принадлежат к грибоподобным организмам, а 131 — к истинным грибам. Распределение видов, относящихся к истинным грибам, было следующим: Zygomycota — 7 видов, Ascomycota — 110 видов и Bazidiomycota — 14 видов.

Распределение зарегистрированных грибов по растениям также было различным, так наиболее богатой микобиотой характеризуется *Medicago sativa* (27 видов), а самой бедной грибной биотой — растение *Galega officinalis* (7 видов).

Различия наблюдались как в экотрофике выявленных в исследовании грибов, так и в формах проявления её специализации. Так, среди зарегистрированных грибов обнаружены как истинные биотрофы, так и факультативные грибы и сапротрофы. Примером могут служить 5 видов грибоподобных организмов, 7 видов, вызывающих мучнистую росу растений, 10 видов, вызывающих ржавчину и являющиеся истинными биотрофами, десятки видов факультативных грибов (точнее не являющиеся истинными сапротрофами и биотрофами), относящихся к родам *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Phoma*, *Verticillium* и др., *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium* и др. роды сапротрофов.

Среди зарегистрированных грибов много фитопатогенов, и в силу своих экотрофических связей относятся как к биотрофам, так и к факультативным грибам. Например, *Alternaria Alternaria*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium moniliforme*, *F.oxysporium*, *F.solani*, *Puccinia menthae*, *Uromyces appendicutatus*, *Verticillium dahliae* и др.

Токсичность, являющаяся одним из проявлений экотрофной специализации, также достаточно высока

среди зарегистрированных грибов. Так, в ряде исследований неоднократно подтверждался синтез токсичных метаболитов такими грибами, как *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporium*, *F. solani*, *Penicillium cyclopium*. Так, синтезируемые ими афлатоксин, охратоксин, зераллон и др. токсины представляют серьезную угрозу для использующих эти растения людей. Одна из опасностей заключается в том, что часть токсигенных грибов относится к доминирующим видам микобиоты изучаемых кормовых растений (*A. niger*, *P. cyclopium* и др.).

Негативным явлением следует считать активное участие в формировании микобиоты кормовых растений как фитопатогенов, так и токсигенов. Так, снижение биологической продуктивности растения-хозяина в результате деятельности фитопатогенов неизбежно, и в настоящее время по причине грибных болезней в мире ежегодно теряется не менее 10% растительной продукции. Предотвращение данного явления представляет собой проблему, волнующего каждого человека. С другой стороны, некоторые токсигенные грибы не являясь фитопатогенами, обогащают населяемые

ими растения микотоксинами, которые они синтезируют в качестве вторичных метаболитов в результате своей жизнедеятельности. В результате снижается биологическая ценность продукта и возникают серьезные проблемы со здоровьем у людей, употребляющих эти продукты. Одним словом, грибы данной характеристики вызывают ухудшение как количественных, так и качественных показателей растений, в том числе и кормовых культур.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено, что кормовые растения, распространенные или возделываемые в разных регионах Азербайджана, характеризуются различиями в грибной биоте, что проявляется как в их видовом составе, эколого-трофических отношениях, так и в формах проявления эколого-трофической специализации. Как логическое следствие, снижается как продуктивность, так и биологическая ценность кормовых культур. Все это вызывает необходимость разработки принципов микологической безопасности использования таких растений, при этом важно учитывать не только их количественные, но и качественные показатели.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аскеров А.М. Высшие растения Азербайджана (Конспект флоры Азербайджана). // Баку: Элм, 2008, III том, 240 с.
2. Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. Киев: Наукова думка, 1988, 204с.
3. Билай В.И. Фузари. Киев: Наукова думка, 1977, 443с.
4. Гумбатов Х.С., Шабанов М.Ц., Вердиева Р.Ц. Сочные кормовые растения. Баку: Издательско-полиграфическое предприятие "Нурлан", 2013, 152с
5. Гуринович Л.К., Пучкова Т.В. Эфирные масла: химия, технология, анализ и применение. М.: Школа Косметических Химиков, 2005, 192 с.
6. Еюбов Б.Б., Меджнунова А.А., Керимов З.М. и др. Микобиота растительных материалов, используемых для различных целей в условиях Азербайджана. // Вестник МГОУ, серия «Естественные науки», 2010, № 4, с. 55–57
7. Исиков В.П., Овчаренко Н.С. Грибы на ароматических и лекарственных растениях, культивируемых в Крыму. // Труды Никитского ботанического сада, 2011, т. 133, с.62–88
8. Левитин М.М., Тютюрев С.Л. Система наблюдений за развитием болезней. // Защита и карантин растений, 2003, № 11. с. 81–83.
9. Мельник В.Н. Определитель грибов рода *Ascochyta*. Л.: Изд. Наука 1977, с. 89–90.
10. Методы экспериментальной микологии. /Под. ред. Билай В.И. Киев: Наукова думка, 1982, 500с.
11. Мехтиева Н.Р. Биоразнообразие лекарственных флоры Азербайджана. Баку: «Letterpress», 2011, 186 с.
12. Милько А.А. Определитель мукооральных грибов. Киев: Науково думка, 1974, 303с.
13. Мусеилов М.А. Физическая география Азербайджана. Баку: Маариф, 1998, 396 с.
14. Саттон Д., Фотергилл А., Риналди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001, 486с.
15. Dufossé L., Fouillaud M., Caro Y. Fungi and Fungal Metabolites for the Improvement of Human and Animal Nutrition and Health., // Journal of Fungi, MDPI, 2021, 7 (4), ff10.3390/jof7040274ff. fhal-03197753f
16. Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. et al. Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi. — CAB International, 2008. — 771 p.
17. <http://www.mycobank.org/Mycotaxo.aspx>
18. Samson R.A., Pitt J.I. Integration of modern taxonomic methods for *Penicillium* and *Aspergillus* classification. Amsterdam: Harwood Publishers, 2000, 510p.

© Юсифова Анаханым Амралы ( anaxanim559@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СФЕРЕ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: УГРОЗЫ, РИСКИ, МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

## CYBERSECURITY THREATS IN OIL AND GAS INDUSTRIAL INFORMATION SYSTEM (IIS)

**A. Asfha  
A. Vaish**

*Summary.* Oil and gas operations (upstream, midstream, and downstream) — are prominent targets for cyber threats of all kinds, much like essential businesses everywhere. Criminal companies, governmental actors, and so-called hacktivists with political agendas are increasingly the sources of these risks.

As a result, the purpose of this study is to identify high-quality studies, assess their contributions, and to identify the cybersecurity threats impacts in the oil and gas industry. Therefore, the result shows that portable USB device, low employee awareness, and Outdated communication, control and monitoring system vulnerabilities and email hacks, ransomware, and phishing threats are the highest top three critical issue in oil and gas industrial information system.

Finally, cybercriminals are becoming a bigger menace to the oil and gas industry. A successful breach has a hefty cost; thus businesses industry should act quickly to create robust security practices. It can discover emerging threats and implement secure systems by using a company-wide approach that fosters security as a design principle and collaboration among facilities.

*Keywords:* cybersecurity threats; threats impact; cyber threat management and risk mitigation; oil and gas industrial information system.

**Асфха Амануэль Эстифанос**

Аспирант, Национальный исследовательский университет ИТМО  
pressa@itmo.ru

**Вайш Абхисhek**

Доктор философии в области информационной безопасности, доцент, Индийский институт информационных технологий, Аллахабад, Деогхат  
Джхалва  
abhishek@iitita.ac.in

*Аннотация.* Значение топливно-энергетического комплекса (ТЭК) для мировой экономики огромно. Лидирующие позиции в международной энергетике уверенно занимают предприятия нефтегазовой отрасли, поскольку продукты их переработки применяются практически во всех отраслях промышленности. Именно поэтому предприятия разного уровня (региональные и транснациональные), занимающиеся геологоразведочными работами, добычей, транспортировкой или переработкой нефти и газа, традиционно становятся объектом преступных посягательств, зачастую связанных с использованием информационных технологий (ИТ). Источниками (субъектами) киберагрессии в отношении компаний нефтегазового сектора чаще всего выступают организованные криминальные сообщества, специальные киберподразделения военизированных структур (ориентированные на проведение прокси-военных спецопераций), а также хакеры-одиночки (активисты с радикальными социально-политическими взглядами). Целью данного исследования является анализ ситуации в сфере обеспечения информационной безопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли, с учетом потенциальных угроз, а также мер по их нейтрализации и минимизации возможного ущерба.

*Ключевые слова:* кибербезопасность; противодействие преступности в сфере информационных технологий; управление рисками в ИТ-сфере; информационные системы предприятий нефтегазовой промышленности.

## Введение

**И**зучение собранных материалов о наиболее уязвимых с точки зрения информационной безопасности элементах управляющих систем предприятий нефтегазовой отрасли позволило сформулировать следующие источники угроз:

- ◆ интенсивное применение коллективом портативных USB-устройств, что требует наличия в конструкции узловых серверов корпоративных сетей разъемов для подключения таких устройств;
- ◆ низкий уровень цифровой грамотности сотрудников компаний;
- ◆ использование устаревших протоколов передачи данных и неподдерживаемых разработчиками операционных систем;
- ◆ несовершенство систем связи, а также оборудования для контроля и мониторинга информационных потоков;
- ◆ взломы учетных записей электронной почты сотрудников компаний;
- ◆ атаки автоматизированных рабочих мест с помощью программ-вымогателей и фишинговых мошеннических процедур.

Имея дело с систематическими попытками незаконного проникновения в корпоративные информационные системы извне, нефтегазовые компании отдают себе отчет в возможных последствиях получения преступниками доступа к корпоративным базам данных или электронике, отвечающей за отслеживание технологических процессов. Ущерб в этом случае может быть колоссальным, а последствия — непредсказуемыми.

Единственный выход — создание специальных ИТ-служб безопасности, главным предназначением которых стало бы обнаружение угроз, их ликвидация, а также поддержание работоспособности систем защиты локальных вычислительных сетей (ЛВС) компании от кибератак. Причем деятельность таких ИТ-служб должна быть комплексной и постоянно развивающейся, что является необходимым условием для своевременного ответа на новые вызовы, продуцируемые киберпреступниками.

Важной составной частью комплекса обеспечения кибербезопасности является специальное программное обеспечение (ПО). Антивирусные приложения, брандмауэры и другие ИТ-системы предотвращения вторжений на сегодняшний день отражают до 50% кибератак на корпоративные серверы промышленных предприятий.

Беспрецедентное влияние компаний топливно-энергетического комплекса на состояние мирового рынка

и постоянно растущая стоимость энергоресурсов привлекают к активам хозяйствующих субъектов, связанных с ТЭК, повышенное внимание криминалитета и сил, стремящихся к дестабилизации мирового порядка.

Согласно экспертным прогнозам, инвестиции в нефтедобычу в 2019 году достигли 500 млрд. долл. США, при том, что мировой спрос на нефть остается стабильным (на уровне 1 млн. баррелей в день) [1; 2]. Потребление природного газа в 2018 году превысило 140 трлн. кубических футов (Tcf) [3], а к 2040 году оно достигнет 203 трлн. кубических футов (Tcf) [1]!

Быстрыми темпами растут мощности трубопроводов — уже сегодня 97% канадской нефти и нефтепродуктов транспортируется исключительно по трубопроводам. По данным, Американского института нефти (API) в 2019 году трубопроводная система США (инфраструктура среднего потока<sup>1</sup> сети магистрального трубопровода) имела протяженность 2,7 млн. миль [4].

Топливная инфраструктура разных стран, а также компании нефтегазовой отрасли не раз становились мишенью для злоумышленников. Преступников не останавливает даже транснациональный статус таких предприятий. Так, огромный резонанс имела хакерская атака «высокого» уровня против американского трубопроводного оператора — компании Colonial Pipeline, случившаяся 6 мая 2021 года. Компания оказалась перед необходимостью приостановить поставки энергоносителей по трубопроводу. Положение удалось выправить, лишь перечислив киберпреступникам огромный выкуп в биткойнах.

Стоит отметить, что интенсивный процесс цифровизации экономики в целом и промышленного сектора в частности сделал предприятия нефтегазовой отрасли значительно более уязвимыми для хакерских атак. Во многом это стало следствием перехода от централизованных систем управления к распределенным сетям (когда ключевая информация хранится не только на главном сервере, но в разное время может быть локализована на одной или даже на нескольких узловых рабочих станциях корпоративной информационной сети).

Первоначально информационные системы отдельных предприятий были относительно автономны, но в контексте претворения в жизнь принципов концепции «Индустрия 4.0» стало возможным интегрировать различные промышленные объекты в общую систему обмена информацией. Теперь инженеры в состоянии удаленно манипулировать процедурами диспетчериза-

<sup>1</sup> Инфраструктура среднего потока соединяет нефтеперерабатывающие заводы и объекты, которые распределяют нефть и газ конечным потребителям (инфраструктура нижнего потока).

ции и сбора данных (SCADA) [5], а также контролировать все текущие технологические процессы в режиме реального времени посредством управления электроникой, мониторинга показаний датчиков и т.д.

Но одновременно с ускорением научно-технического прогресса обозначаются и новые угрозы. Наиболее опасные из них относят к классу APT (Advanced Persistent Threat) — это *сложные постоянные угрозы*, основанные на разработке программ-взломщиков. К таким угрозам причисляют:

- ◆ кибершпионаж (кражу интеллектуальной собственности);
- ◆ целенаправленную хакерскую деятельность с помощью внедрения в ИС-жертву программ-вирусов и программ-«червей» (Duqu, Flame), а также атаки типа Night Dragon и Nitro в целях кражи, удаления или искажения данных, выведения из строя системы SCADA.

Авторы вредоносного ПО пользуются уязвимостями программных сред Oracle Java, Windows (особенно серверов Microsoft Active Directory), кодов браузеров и их дополнений (расширений). География подобных ИТ-диверсий против крупных нефтегазовых компаний довольно широка — США, Саудовская Аравия, Катар, Россия, Иран, многие страны Ближнего Востока.

## Методы

В этом обзоре литературы анализ данных был начат с 2018 по 2021 год. Таким образом, 50% респондентов опроса состояли из владельцев оффшорных нефтегазовых активов или сотрудников компаний, которые являются владельцами этих активов. В общей сложности 25% работников на морских нефтегазовых активах были представлены подрядчиками (личными и техническими). В общей сложности 19% участников были сторонними консультационными фирмами (консультационными и классификационными организациями). В общей сложности 6% также включали участников из академических учреждений, которые имеют опыт или знания в области морской нефтегазовой деятельности.

Из ответов участников было отмечено, что они представляли оффшорные нефтегазовые активы, из которых 35% были из различных географических регионов по всему миру. 30% респондентов были из Европы, 16% респондентов были найдены из Азиатско-Тихоокеанского региона и региона Ближнего Востока, 6% из Северной Америки. Кроме того, 5% в Центральной и Южной Америке, 5% в Африке и 3% в Восточном Средиземноморье. Очевидно, что активы широко рассредоточены, и эта выборка представляет активы и сотрудников, которые развернуты и эксплуатируются по всему миру.

## Влияние фактора киберугроз на деятельность предприятий нефтегазового сектора в зависимости от их места в отраслевой инфраструктуре

Функционирование предприятий нефтегазового сектора в зависимости от места и роли, которые они занимают в рамках отраслевой инфраструктуры (под инфраструктурой нефтегазовой промышленности в данном случае мы понимаем совокупность отраслей и видов деятельности, обеспечивающих добычу, хранение, переработку и доставку потребителям углеводородов), характеризуются группами показателей (транспортной, энергетической, социальной, институциональной, информационной), определяющих эффективность деятельности этих предприятий и позволяющих оценить состояние и динамику нефтегазовой отрасли в целом и отдельных ее составляющих, в том числе в контексте ценообразования поставляемых ими продуктов (оказываемых услуг).

Нас интересуют несколько типов предприятий нефтегазовой отрасли:

1. геологоразведочные;
2. добывающие;
3. транспортные;
4. перерабатывающие (включая те структуры, которые занимаются первичной переработкой).

Вопросы обеспечения информационной безопасности для каждого из указанных типов предприятий связаны с нейтрализацией ряда потенциальных угроз и рисков, в основе которых лежат различные факторы.

*Предприятия, осуществляющие проектно-исследовательские и геологоразведочные работы* используют закрытые системы сбора данных, поэтому, как правило, наименее уязвимы для хакеров. Кроме того, из-за весьма условного влияния на процесс ценообразования поставляемого углеводородного сырья в текущем времени периодические сбои в функционировании таких предприятий не ведут к серьезным потерям как в финансовом плане, так и в отношении ущерба окружающей среде или здоровью персонала этих компаний. Атака на ИС предприятий, занимающихся геофизической оценкой, проектированием месторождений, буровыми работами, иногда вообще может не попасть в поле зрения персонала этих компаний. В общем случае угрозой для таких предприятий выступает утечка данных, характеризующих производительность скважин, а также технологические сведения, связанные с бурением или текущими финансовыми операциями. К нежелательным последствиям в этой связи можно отнести прямые финансовые потери и возможную утрату компанией конкурентных преимуществ на рынке.

Таблица 1. Характеристики условий и последствий потенциальной кибератаки информационной системы предприятия на аппаратном уровне

Таксономия уязвимостей	Угрозы	Последствия
Недостаточная устойчивость к несанкционированному доступу. Отсутствие условий для обеспечения физической безопасности устройств. Использование морально устаревших устройств и оборудования	Несанкционированные атаки, физические атаки и пр.	Устройства могут быть конструктивно изменены или уничтожены. Сетевая инфраструктура может быть повреждена. Может быть нанесен ущерб окружающей среде

*Сектор добычи нефти и газа* наименее устойчив к кибератакам вследствие большей ориентированности на работу «в поле», где ИТ-фактор имеет второстепенное значение, а значит и контроль за состоянием обслуживаемых информационных систем оказывается менее последовательным (по причине отсутствия специалистов высокой квалификации или современных инструментов мониторинга). В то же время электроника, отвечающая за отслеживание различных производственных параметров, здесь менее сложна, чем на уровне геологоразведки, и именно она чаще всего становится объектом хакерских атак. Нарушение целостности информационной системы, ее взлом могут привести к утрате контроля за ключевым оборудованием, отвечающим за технологическую безопасность процесса добычи нефти и газа, что чревато прекращением эксплуатации скважин.

Рисками здесь выступают финансовые потери, вызванные потенциальной остановкой добычи углеводородов, а также инциденты, связанные с неисправностью оборудования, которые могут повлечь за собой системные нарушения требований охраны труда в рамках производственного процесса.

*Перерабатывающие* предприятия, как правило, располагают протоколами, определяющими последовательность действий для предотвращения кибератак. Речь идет о системе управления инцидентами (ICS — The Incident Command System). Она объединяет стандартные алгоритмы реагирования на чрезвычайные ситуации и распространяется на функционал сетей трубопроводов, сферу хранения нефти, нефтепродуктов и газа, а также на морские и железнодорожные перевозки углеводородов от месторождений до нефтеперерабатывающих заводов и др. перерабатывающих производств.

Наименьшее количество случаев отказа информационных систем по причине их взлома фиксируется в добывающем секторе. Вероятными целями киберпреступников здесь выступают ИС управления работой трубопроводных сетей, станций подкачки и других технических сооружений, которые непосредственно контролируют операционный поток и транспортировку.

*Процессы первичной обработки, хранения и транспортировки нефтепродуктов и газа* критично зависимы от целостности и бесперебойного функционирования соответствующего оборудования. В частности, в отношении трубопроводного транспорта незаконное внедрение в ответственные информационные системы управления ведет к искажению или изменению текущих рабочих показателей трубопровода, что, очевидно, ставит под угрозу его эксплуатацию. В то же время «точек входа» для хакеров здесь предостаточно — магистральный трубопровод включает в себя множество различных технологических сооружений и агрегатов. Наиболее опасными в данном случае являются риски, связанные с нарушением целостности трубопровода и последствиями подобной аварии — утечка углеводородов в окружающую среду, ущерб здоровью персонала, обслуживающего конкретный объект, или населения, живущего на прилегающих к объекту территориях. Эти неблагоприятные события могут привести к нарушению ритмичности поставок углеводородного сырья и/или его потере, что неминуемо скажется на финансовой составляющей деятельности компании.

*В сфере промышленной переработки нефти и газа, и нефтехимической отрасли* в целом объектами киберпреступников традиционно выступают ИТ-системы газо- и нефтехранилищ, а также нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ). Хакеры, как правило, стремятся получить данные, касающиеся запасов сырой нефти и нефтепродуктов. Последствия в общем случае понятны — репутационные риски и связанный с ними финансовый ущерб.

И, наконец, последняя интересующая нас подгруппа предприятий — *структуры, осуществляющие реализацию сырья и продуктов его переработки* конечным пользователям. Несанкционированное вмешательство со стороны третьих лиц в оперативный контроль процессов отгрузки/поставки энергоносителей может привести ко множеству негативных последствий — к примеру, нарушению техники безопасности эксплуатации отдельных технических объектов, простоям и, как следствие, перебоям в поставках и потере доходов.

Таблица 2. Характеристики условий и последствий потенциальной кибератаки информационной системы предприятия на уровне МПО

Таксономия уязвимостей	Угрозы	Последствия
Устаревшая операционная система. Отсутствие защиты предустановленного программного обеспечения от несанкционированного доступа	Внедрение вредоносного ПО	Нарушение или выведение из строя системы ICS

Таблица 3. Характеристики условий и последствий потенциальной кибератаки информационной системы предприятия на уровне ПО

Таксономия уязвимостей	Угрозы	Последствия
Некорректный контроль вводимых входных данных. Устаревшее (необновляемое) или нестандартное программное обеспечение. Отсутствие шифрования передаваемой управляющей информации. Отсутствие надлежащей аутентификации и контроля доступа	Внедрение вредоносных SQL-запросов. Кибератаки, выполняемые программами-вирусами, в том числе на основе удаленно исполняемого кода. DDoS-атаки. XSS-атаки (Cross-Site Scripting) — внедрение вредоносных скриптов на веб-страницы). CSRF-атаки (Cross-Site Request Forgery) — подделка межсайтовых запросов и т.д.	Несанкционированный доступ к ИТ-системе предприятия. Возможность удаленно вмешиваться в работу ИТ-системы предприятия, контролировать процессы, получать доступ к данным и т.д.)

Таблица 4. Характеристики условий и последствий потенциальной кибератаки информационной системы предприятия на уровне сетевой архитектуры

Таксономия уязвимостей	Угрозы	Последствия
Уязвимый протокол связи. Отсутствие шифрования и аутентификации. Недостатки сетевого дизайна. Недостатки способа подключения устройств в рамках реализации проекта архитектуры интернета вещей на конкретном предприятии	Перехват управления DNS-сервером (Domain Name System — системы доменных имен) и выполнение атак на основе подмены серверных запросов	Кража корпоративных паролей. Перехват сообщений электронной почты. Получение доступа к корпоративной ЛВС и VPN-сетям (посредством изменения доменных имен серверов)

### Дифференциация угроз безопасности информационных систем предприятий нефтегазовой промышленности

С точки зрения архитектуры ICS (системы управления инцидентами) угрозы в отношении управляющих информационных систем принято подразделять на категории, которые описываются в специальной литературе (фреймворках, словарях) и обеспечивают стандартизацию создания и развертывания прикладного программного обеспечения, лежащего в основе этих информационных систем [6; 7; 8; 9].

В отношении нефтегазовой инфраструктуры в качестве существенных характеристик ICS выделяют:

1. Аппаратный уровень. Он включает в себя весь комплекс физического оборудования: программируемые логические контроллеры, датчики, процессоры, энергонезависимые модули памяти, удаленные оконечные устройства, оборудование для контроля доступа (смарт-карты, RFID-датчики, обеспечивающие автоматическую радиочастотную идентификацию объектов и т.д.), реле и иные устройства. К аппаратному обеспечению, кроме того, относят также маршрутизаторы и сеть кабелей, формирующих ЛВС, а также серверы, рабочие станции, ноутбуки и прочую периферийную электронику.

2. Уровень микропрограммного обеспечения (МПО) — машинно-ориентированные программные мо-

Таблица 5. Характеристики условий и последствий потенциальной кибератаки информационной системы предприятия на уровне бизнес-процессов

Таксономия уязвимостей	Угрозы	Последствия
Недостаточная квалификация персонала предприятия. Ошибки (дефекты), заложенные в просчетах бизнес-логики	Кибератаки на основе подмены действий квалифицированного пользователя	Финансовые потери в долгосрочном аспекте

Таблица 6. Удельный вес различных типов уязвимостей, использованных при кибератаках информационных систем предприятий нефтегазовой отрасли, %

Код	Наименование уязвимости	%
V1	Портативное USB-устройство	24,81
V2	Низкая осведомленность сотрудников	21,85
V3	Устаревшая система связи, управления и мониторинга	19,63
V4	Количество устройств, имеющих доступ к критически важным данным	15,19
V5	Сеть Wi-Fi	14,45
V6	Другие	4,07

Код	Наименование уязвимости	%
T1	Взломы электронной почты	16,75
T2	Вирус-вымогатель	14
T3	Фишинг	13,75
T4	Вредоносные инсайдерские угрозы	11,25
T5	Дистанционное управление системой	11
T6	Утечки данных	10,5
T7	Кибершпионаж	9,75
T8	Отказ в обслуживании	9,5
T9	Другие	3,5

дули низкого уровня, транспонирующие команды операционной системы на уровень управляющего машинного кода (такая информация обычно хранится в энергонезависимой памяти).

В настоящее время практически все электронные устройства содержат встроенное программное обеспечение, предустановленное их производителем (различные операционные системы, инструкции для управления оборудованием, а также набор команд базовой системы ввода-вывода).

3. Уровень прикладного программного обеспечения (ПО). Этот уровень описывает программное обеспечение, необходимое для мониторинга и управления оборудованием, то есть программные модули и приложения, которые позволяют пользователям взаимодействовать с устройствами и серверами (человеко-машинные интерфейсы (HMI), интерфейсы прикладного программирования (API), проприетарные программные пакеты и пр.).

4. Уровень сетевой архитектуры. К данному уровню относят все элементы, сопрягающие отдельные устройства управляющей ИС в единое информационное пространство — корпоративную вычислительную сеть: коммутаторы, протоколы сетевых соединений, роутеры (модемы-маршрутизаторы) и прочее оборудование, включая радио-, беспроводные и аналоговые антенны.

5. Уровень бизнес-процессов. Под бизнес-процессами понимается весь комплекс управляющих и контрольных процедур, реализуемый в рамках информационной системы предприятия применительно к его организационно-технологическим потребностям. Он включает в себя систему принятия решений, логистику, технологические карты производственных процессов и т.д. (т.н. бизнес-логику).

#### Заключение

Нефтегазовые компании всё масштабнее используют ИТ-технологии для управления организационно-тех-

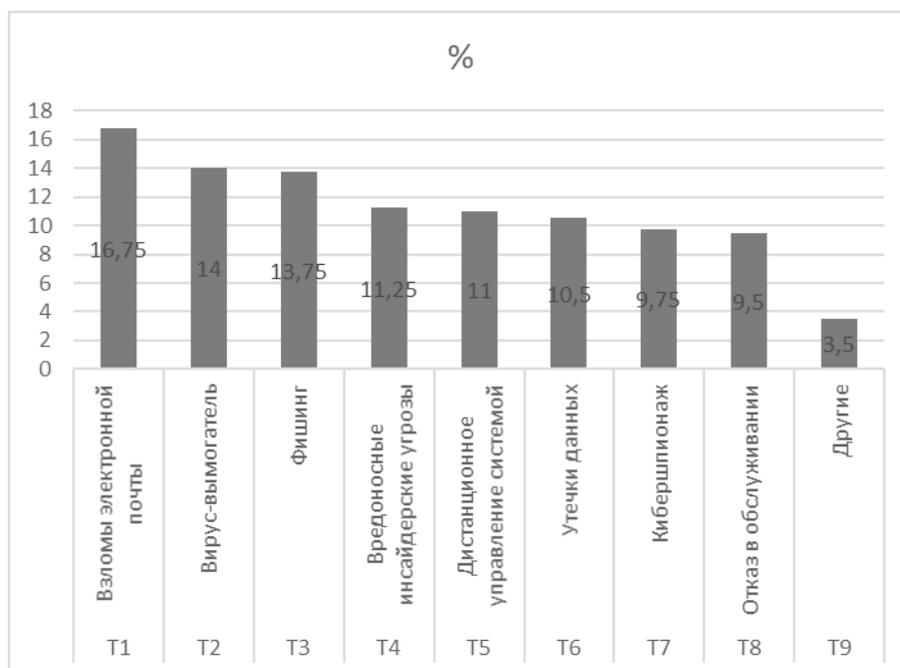
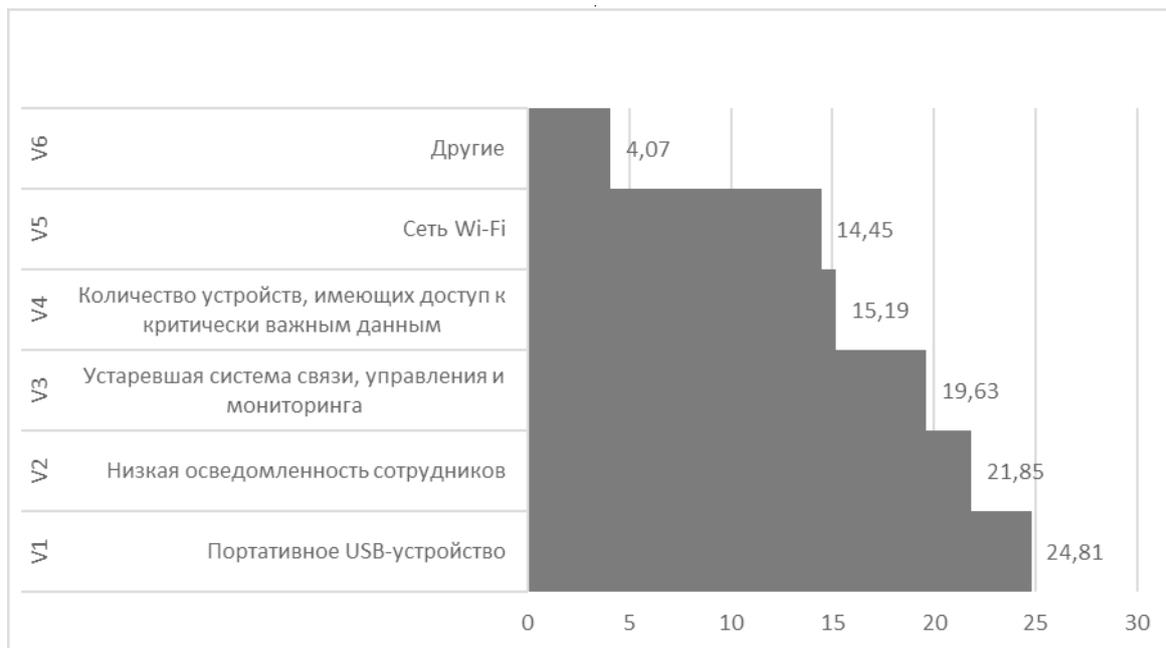


Рис. 1, 2. Графическое представление результатов исследования различных типов уязвимостей при кибератаках ИС предприятий нефтегазовой отрасли

нологическими процессами. Большая номенклатура объектов производственной инфраструктуры (скважины, вышки, станции подкачки, хранилища, распределительные сети) и управленческих центров, построенных на принципе распределенных сетей, предоставляют в этом смысле немало возможностей для кибератак. Поэтому в целях обеспечения информационной безопасности необходимо создать и интегрировать в ИС нефтегазовых компаний комплексные решения, которые позволят управлять рисками и своевременное реаги-

ровать на возникающие киберугрозы. Причем универсального решения здесь нет — каждая компания должна на основании собственного опыта определять приоритеты, бюджет и структуру финансирования работ по выстраиванию эффективной корпоративной ИТ-защиты.

Данные наших исследований указывают на тот факт, что наибольшую опасность с точки зрения потенциальной киберагрессии представляет собой использование портативных USB-устройств, низкая цифровая культура

персонала компаний (отсюда частые взломы учетных записей сотрудников, случайная активация программ-вымогателей и фишинговых процедур), а также использование устаревшего оборудования и программного

обеспечения. Именно эти угрозы требуют, на наш взгляд, первоочередного внимания и адекватного ответа в части обеспечения информационной безопасности информационных систем предприятий нефтегазовой отрасли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ и прогнозы — Управление энергетической информации США. Анализ и прогнозы — Управление энергетической информации США // Доступ: <https://www.eia.gov/outlooks> (дата обращения: 21.12.2019).
2. Серия отчетов о рынке «Нефть 2019 — Анализ». Международное энергетическое агентство (МЭА), март 2019 года. [Онлайн]. Доступ: URL: <https://www.iea.org/reports/oil-2019> (дата обращения: 21.12.2019).
3. Гарсайд М. Глобальное потребление природного газа в 2018 году // Statista, 09 августа 2019 года. [Онлайн]. Доступ: <https://www.statista.com/statistics/282717/global-natural-gasconsumption> (дата обращения: 21.12.2019).
4. Генерация энергии в Америке: состояние американской энергетики в 2019 году // Американский институт нефти, 2019 год. [Онлайн]. Доступно: [https://www.api.org/~media/Files/Policy/SOAE2019/SOAE2019\\_Report.pdf](https://www.api.org/~media/Files/Policy/SOAE2019/SOAE2019_Report.pdf) (дата обращения: 03.01.2020 г.).
5. Алькарас С. и Зеадалли С. Защита критических систем управления в XXI веке // Компьютер. — Т. 46. № 10. стр. 74–83, 2013.
6. Стауффер К., Пиллиттери В., Лайтман С., Абрамс М., Хан А. // NIST SP 800–82 rev. 2: Руководство по безопасности промышленных систем управления (ICS): Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), Распределенные системы управления (DCS) и другие конфигурации систем управления, такие как Программируемые логические контроллеры (PLC). Министерство торговли США, NIST, 2015.
7. Маклафлин С., Константину К., Ван Х., Дэви Л., Садеги А., Маньятакос М., Карри Р. Ландшафт кибербезопасности в промышленных системах управления // Труды IEEE. Т. 104. № 5. С. 1039–1057, 2016.
8. Стром Б., Эпплбаум А., Миллер Д., Никелс К., Пеннингтон А., Томас К. Mitre attack: дизайн и философия, MITRE, 2018.
9. Келирис А., Константину К., Цоутсос Н.Г., Байад Р., Маньятакос М., Обеспечение многоуровневой оценки кибербезопасности промышленных систем управления с помощью тестовых стендов аппаратного обеспечения в цикле, 21-я конференция по автоматизации проектирования в Азии и Южной части Тихого океана. С. 511–518, 2016.

© Асфха Амануэль Эстифанос ( [pressa@itmo.ru](mailto:pressa@itmo.ru) ), Вайш Абхишек ( [abhishek@iita.ac.in](mailto:abhishek@iita.ac.in) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## АНАЛИЗ НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ RPA В ПРИЕМНУЮ КОМИССИЮ РТУ МИРЭА

### ANALYSIS OF THE NEED TO INTRODUCE RPA TECHNOLOGY TO THE UNIVERSITY ADMISSIONS COMMITTEE RTU MIREA

**N. Borzykh  
N. Prikhodko  
D. Saprykin**

*Summary.* The main purpose of the study is to evaluate the effectiveness of the implementation of RPA technology in the admission committee of RTU MIREA.

In this work, the modeling method in BPMN notation, functional cost analysis, comparative analysis, quantitative analysis, and qualitative analysis were used. The result of the study was to determine the feasibility of implementing the RPA system in RTU MIREA. Confirmation of the fact that the implementation of the RPA system will significantly increase the efficiency of business processes.

*Keywords:* RPA, robot, information, RPA rating, BPMN, functional cost analysis.

**Борzych Никита Юрьевич**

Ассистент, МИРЭА — Российский технологический университет  
allyru@yandex.ru

**Приходько Никита Алексеевич**

МИРЭА — Российский технологический университет  
docfr10@yandex.ru

**Сапрыкин Дмитрий Анатольевич**

МИРЭА — Российский технологический университет  
dmitriy300197@gmail.com

*Аннотация.* Основной целью исследования является оценка эффективности внедрения технологии RPA в приемную комиссию РТУ МИРЭА.

В данной работе использовались метод моделирование в нотации BPMN, функционально-стоимостной анализ, сравнительный анализ, количественный анализ, качественный анализ. Результатом проведенного исследования определение целесообразности внедрения RPA системы в РТУ МИРЭА. Подтверждение того факта, что внедрение системы RPA позволит существенно повысит эффективность выполнения бизнес-процессов.

*Ключевые слова:* RPA, робот, информация, рейтинг RPA, BPMN, функционально-стоимостной анализ.

### Введение

«**К**оличество данных, циркулирующих внутри компаний, неуклонно растёт. А с ним возрастает и нагрузка на работников предприятий, которые должны обрабатывать эту информацию. Написание отчетов, заполнение форм, сравнение показателей в различных системах и другие рутинные задачи. Всё это занимает у человека много времени. Поэтому в последние годы роботизация подобных процессов набирает популярность» [5, с. 1]. Одним из способов роботизации является внедрение на предприятие системы RPA, которая позволяет существенно сократить время и стоимость выполнения процессов, а также освобождает работников от монотонных процессов и дает возможность перейти на более ответственные должности.

### Материалы и методы

Был произведен опрос работников приемной комиссии РТУ МИРЭА с целью выявления процессов, которые могут быть подвергнуты автоматизации, на основании полученной информации о процессе была составлена графическая модель бизнес-процесса. Основной используемой нотацией моделирования стала нотация BPMN, ввиду своей многофункциональности, большого количества блоков и универсальности. Далее был проведен функционально-стоимостной анализ, в ходе которого были рассчитаны затраты ресурсов на выполнения процесса. После чего были проведены количественный анализ, качественный анализ и сравнительный анализ, с целью выявить недостатки изначального процесса и устранить их.

Таблица 1. Рейтинг RPA-систем

Место	RPA-система	Сумма баллов
1	Roomy bots(CSBI)	433
2	Primo RPA	425
3	PIX PRA Platform	372
4	ELMA	365
5	Lexema	359

## Литературный обзор

«RPA (Robotic process automation) — это форма технологии автоматизации бизнес-процессов и представляет собой программное обеспечение, которое в первую очередь направлено на повышение производительности труда. Главным и основным отличием RPA от других инструментов, направленных на автоматизацию работы, является механизм взаимодействия между программами. Это код, который использует те же элементы управления, что и человек имитируя его работу за компьютером, быстро выполняя повторяющиеся задачи. Программный робот управляет мышкой, клавиатурой и интегрирован с различными приложениями и выполняет рутинную работу с полностью описанным алгоритмом действий» [1, с. 1].

«Перечисленные выше преимущества делают технологию очень привлекательной для широкого круга организаций. Особенно сильным эффектом от роботизации проявляется в монотонных процессах с большим количеством операций, при перемещении и обработке больших объёмов данных, а также при наличии большого количества информационных систем и вспомогательных программ, между которыми передаются данные. Также, сотрудники, чьё рабочее время было высвобождено с помощью технологии RPA, зачастую, переходят к более творческой, интересной работе. Более того, многие такие сотрудники начинают привлекаться к роботизации других процессов, что способствует дальнейшей оптимизации рабочего времени» [3, с. 2].

Таким образом, RPA система может быть применена в высших образовательных учреждениях, ввиду неизменности большинства внутренних процессов и рутинности их выполнения.

«Примером процесса, где может быть процесс электронного документооборота. В большинстве случаев вариантом применения программных роботов для автоматизации документооборота, является добавление робота для выполнения отдельной операции в СЭД. Примерами могут служить такие операции, как заполнение шаблона электронного документа, распознавание скан-копий, перевод информации в цифровой формат, копирование

данных из одной системы в другую и проч.» [4, с. 3]. Это позволяет данному сегменту рынка информационных технологий быть одному из самых перспективных и быстрорастущих в мире.

«По оценкам аналитиков Gartner, объём продаж программного обеспечения для роботизации бизнес-процессов (RPA) в 2018 году вырос на 63,1% до 846 млн. долл. Этот сегмент стал самым быстрорастущим на рынке корпоративного программного обеспечения. В 2019 году объём продаж программного обеспечения RPA достигнет 1,3 млрд. долл., полагают аналитики» [6, с. 1].

«Российский рынок RPA находится лишь в начале своего формирования. Однако на текущий момент уже есть серьёзные RPA-системы, разработанные в России, которые могут быть конкурентоспособными. ИТ-маркетплейс «Market.CNews» сформировал первый в России рейтинг RPA-систем. Аналитики сделали сравнение различных решений по роботизации бизнес-процессов. Результат представлен в Таблице» 1 [2, с. 2].

«Лидером рейтинга в представленном списке является решение «Roomy bots» от компании «CSBI». Решение имеет технологические преимущества над остальными. Вот некоторые из них: встроенные элементы искусственного интеллекта, одно из первых решений по обнаружению бизнес-процессов для автоматизации на российском рынке» [2, с. 3].

Однако, как повлияет повсеместное развитие и внедрение RPA на предприятиях на ситуацию на рынке труда в России? По данным исследований специалистов РАНХиГС уже к 2030 году более 20 миллионов человек попадут под сокращение, вследствие ненужности. Это 165 почти 45,5% работающего населения России. Однако заведующий лабораторией отмечает, что у рабочих есть время пройти переобучение, так как процесс внедрения RPA может растянуться на десятилетия. [7]

## Результаты

Далее рассмотрим на примере системы «ELMA RPA» возможности внедрения в приемную комиссию РТУ МИРЭА.

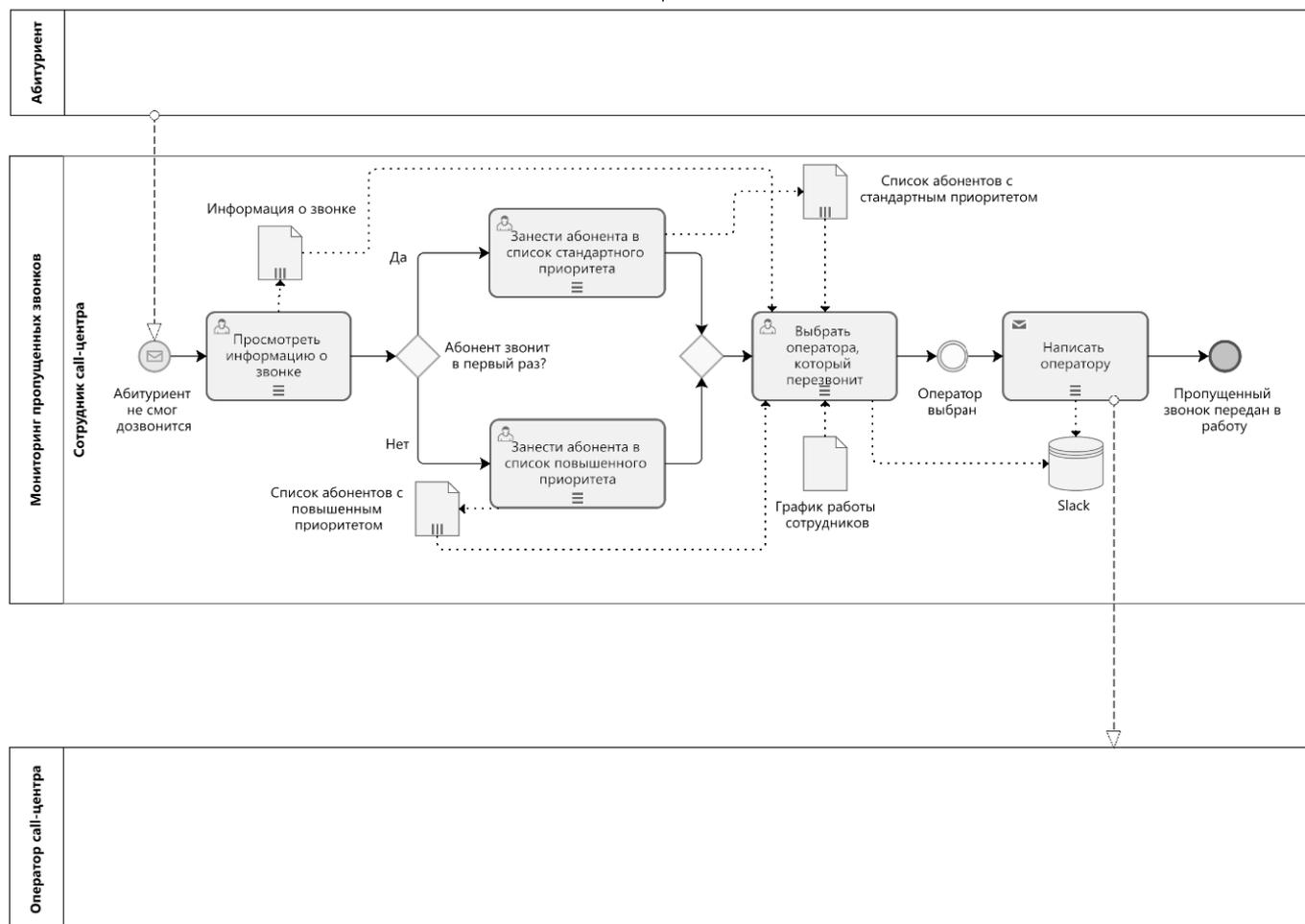


Рис. 1. Модель бизнес-процесса «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов» (“as is”) в нотации BPMN

При выборе системы RPA для внедрения помимо вышеуказанного рейтинга RPA-систем были также учтены:

- ◆ наличие пробного периода системы;
- ◆ стоимость системы;
- ◆ наличие интегрируемых модулей системы.

В рассматриваемой организационно-структурной единице университета существует процесс приема звонков абонентов, в ходе которого работники приемной комиссии в ручном режиме принимают звонки абитуриентов и других заинтересованных лиц. Так как количество операторов call-центра ограничено, а входящие вызовы кратно превышают пропускную способность работников приемной комиссии, обработать все поступающие заявки в реальном времени достаточно сложно. Для этого ведется неупорядоченное ведение пропущенных заявок, к обработке которых сотрудники приступают после завершения приема звонков от абонентов в реальном времени.

Ввиду неупорядоченности ведения пропущенных заявок, отсутствия определения приоритетности обращений и большого потока информации, решением данных проблем может стать внедрение системы «ELMA RPA». Данная мера позволит вести упорядоченный список пропущенных и необработанных заявок, быстро создавать карточку абонента, по количеству и дате обращений, автоматически определять статус заявки и распределять обработку по мере загруженности сотрудников приемной комиссии. Выгрузка данных может осуществляться в таблицах Excel, на основе которых могут формироваться различные отчеты анализа данных, таких как пропускная способность менеджера и отдела, количество повторных обращений, оценка эффективности работы, а также перенос данных из одной системы в другую, для продолжения работы с данными.

Далее приведено текстовое описание модели “as is” бизнес-процесса «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов».

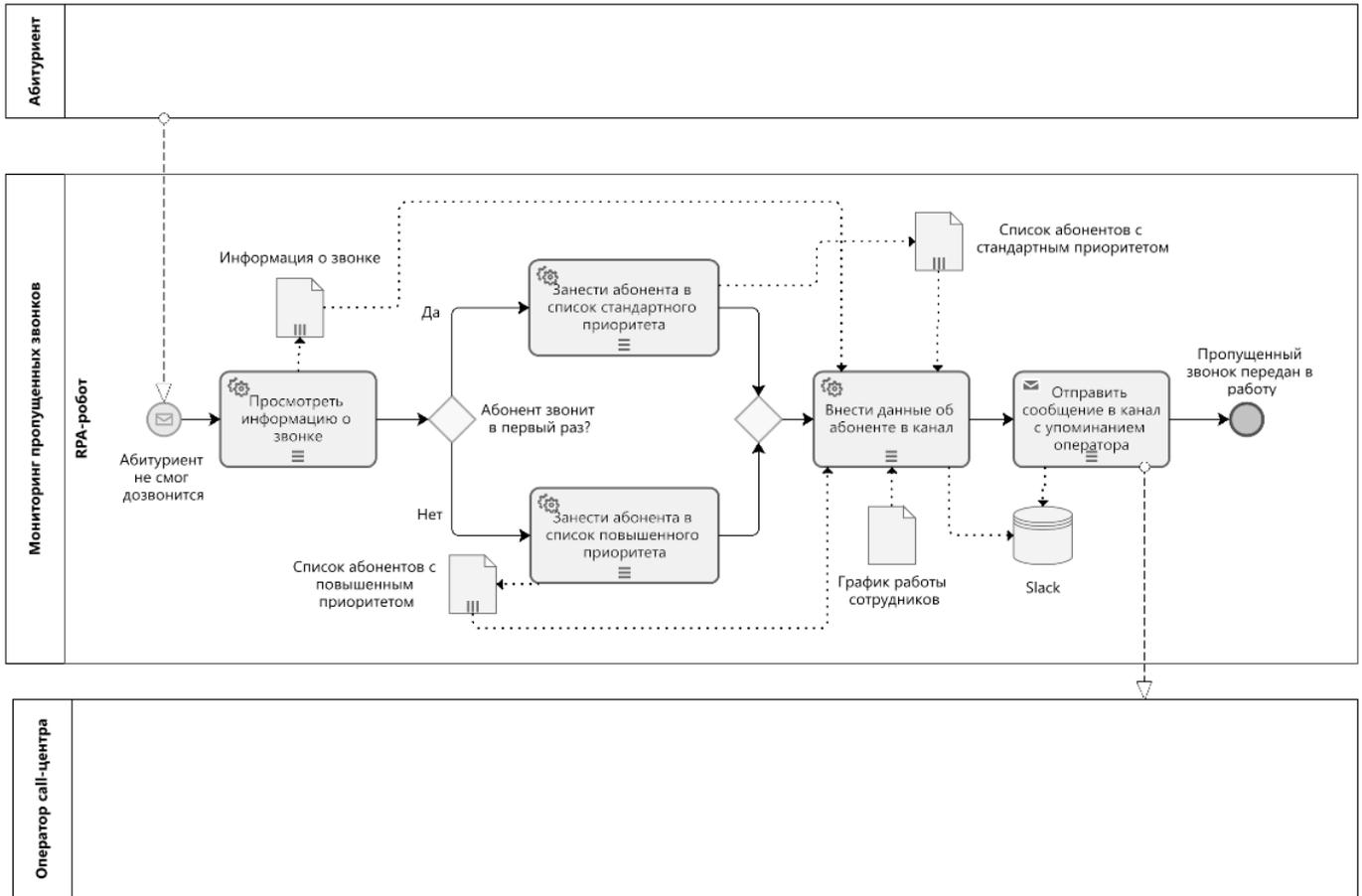


Рис. 2. Модель бизнес-процесса «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов» (“to be”) в нотации BPMN

Процесс «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов» стартует с того, что сотруднику call-центра поступает информация о том, что абитуриент не смог дозвониться до оператора call-центра. После этого сотрудник call-центра просматривает информацию о пропущенном звонке, в эту информацию входят данные о:

- ◆ телефонном номере звонящего;
- ◆ длительности ожидания на линии;
- ◆ времени звонка;
- ◆ темы вопроса;
- ◆ количестве попыток дозвониться.

Далее, оператор проверяет приоритет вызова абонента, если звонок был совершен более одного раза, то выставляется повышенный приоритет в очереди, в ином случае устанавливается стандартный приоритет, после изучения информации о приоритете сотрудник call-центра выбирает оператора, который перезвонит абитуриенту. Свой выбор сотрудник делает на основе графика работы и загруженности сотрудников, а также на основе приоритета очереди, в первую очередь перезванивают абонентам с повышенным приоритетом.

После этого сотрудник call-центра пишет выбранному оператору в “Slack” где сообщает о том, что он должен будет перезвонить абоненту, который не смог дозвониться из-за занятости других операторов. В своем сообщении сотрудник указывает:

1. Телефонный номер абонента, которому необходимо перезвонить.
2. Тему вопроса абонента.
3. Количество попыток дозвониться.
4. Приоритет абонента.

последнее необходимо для определения уровня приоритета звонящего.

После отправки сообщения сотрудник продолжает мониторинг пропущенных звонков.

На рисунке 1 приведена графическая модель процесса в нотации BPMN2.0.

Далее приведено текстовое описание модели “to be” рассматриваемого процесса.

Таблица 2. Оценка стоимости оплаты труда при выполнении процесса «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов» («as is»)

Наименование функции	Исполнитель	Время выполнения функции, мин	Ставка оплаты труда исполнителя за час, руб.	Стоимость оплаты труда, руб.
Просмотреть информацию о звонке	Сотрудник call-центра	5	50	4
Занести абонента в список стандартного приоритета/Занести абонента в список повышенного приоритета	Сотрудник call-центра	7	50	6
Выбрать оператора, который перезвонит	Сотрудник call-центра	15	50	13
Написать оператору	Сотрудник call-центра	10	50	8
Итого	—	37	—	31

Таблица 3. Время и стоимость использования средств труда при выполнении функций процесса «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов» («as is»)

Наименование функции	Наименование обеспечивающего ресурса	Время выполнения функции, мин	Стоимость ресурса за час эксплуатации, руб.	Стоимость использования ресурса, руб.
Просмотреть информацию о звонке	Компьютер с доступом в интернет	5	5	0,42
Занести абонента в список стандартного приоритета/Занести абонента в список повышенного приоритета	Компьютер с доступом в интернет	7	5	1
Выбрать оператора, который перезвонит	Компьютер с доступом в интернет, Slack	15	5	1,3
Написать оператору	Компьютер с доступом в интернет, Slack	10	5	1
Итого	—	37	—	4

Таблица 4. Время и стоимость использования средств труда при выполнении функций процесса «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов» («to be»)

Наименование функции	Наименование обеспечивающего ресурса	Время выполнения функции, мин	Стоимость ресурса за час эксплуатации, руб.	Стоимость использования ресурса, руб.
Просмотреть информацию о звонке	Компьютер с доступом в интернет, ELMA RPA	1	34	1
Занести абонента в список стандартного приоритета/Занести абонента в список повышенного приоритета	Компьютер с доступом в интернет, ELMA RPA	3	34	2
Внести данные об абоненте в канал	Компьютер с доступом в интернет, Slack, ELMA RPA	2	34	1
Отправить сообщение в канал с упоминанием оператора	Компьютер с доступом в интернет, Slack, ELMA RPA	1	34	1
Итого	—	7	—	5

Таблица 5. Сравнительная оценка изменения стоимости выполнения процесса «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов»

Показатель	Затраты, руб. («as is»)	Затраты, руб. («to be»)	Абсолютное отклонение, руб.
Стоимость оплаты труда	31	0	-31
Социальные платежи, (30,2% от стоимости оплаты труда)	41	0	-41
Стоимость использования средств ресурса	4	5	1
Накладные расходы (15% от стоимости оплаты труда)	36	0	-36
Итого	112	5	-107

Процесс «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов» стартует с того, что RPA-роботу поступает информация о том, что абитуриент не смог дозвониться до оператора call-центра. После этого RPA-робот просматривает информацию о пропущенном звонке, в эту информацию входят данные о:

- ◆ телефонном номере звонящего;
- ◆ длительности ожидания на линии;
- ◆ времени звонка;
- ◆ темы вопроса;
- ◆ количестве попыток дозвониться.

Далее, после изучения информации, RPA-робот устанавливает приоритет абоненту на основе количества попыток дозвониться, если звонок с совершен более одного раза, то выставляется повышенный приоритет в очереди, в ином случае устанавливается стандартный приоритет, после чего RPA-робот пишет сообщение в канал «Пропущенные звонки» в “Slack”, в котором состоят все сотрудники отдела call-центра, где указывает:

1. Телефонный номер абонента, которому необходимо перезвонить.
2. Тему вопроса абонента.
3. Количество попыток дозвониться.
4. Приоритет абонента.
5. Сотрудника, который должен будет перезвонить абоненту.

последний пункт RPA-робот выбирает на основании графика работы сотрудников.

После чего RPA-робот продолжает мониторинг пропущенных звонков.

На Рисунке 2 приведена графическая модель процесса в нотации BPMN2.0.

Далее приведён функционально-стоимостной анализ двух процессов.

Расчет проводился по следующей формуле:

$$ВВФ * \left(\frac{СОТИ}{60}\right) = СОТ \quad (1)$$

где: ВВФ — Время выполнения функции, мин.;  
СОТИ — Ставка оплаты труда исполнителя за час, руб.;  
СОТ — Стоимость оплаты труда, руб.

Ставка оплаты сотрудника call-центра составляет 400 рублей в день, таким образом сотрудник call-центра в час зарабатывает 50 рублей.

В качестве RPA платформы была выбрана ELMA RPA, где стоимость за одного бота составляет 100000 рублей.

### Обсуждение

Таким образом, был смоделирован бизнес-процесс «Мониторинг пропущенных звонков абитуриентов», выявлены его недостатки и составлен его функционально-стоимостной анализ. При моделировании бизнес-процесса и его последующего стоимостного анализа стала очевидна необходимость в переработке. С данной целью был проведен детальный стоимостной анализ бизнес-процесса до и после преобразований с помощью RPA системы. Внедрение «ELMA RPA» позволило сократить время выполнения процесса на 428%, с 37 минут до 7 минут на заявку, затрачиваемые средства на выполнение процесса сократились на 2140%, с 112 рублей до 5 рублей на заявку, что позволило свести к минимуму участие сотрудников приемной комиссии в рутинной обработке данных и заполнении таблиц.

### Заключение

Основной идеей внедрения системы «ELMA RPA» в высшее учебное заведение РТУ МИРЭА является оптимизация процессов, в ходе которых сотрудники показывают недостаточную эффективность. Исходя из проведенных расчетов, моделирования бизнес-процесса и стоимостного анализа, можно сделать вывод о положительном влиянии внедрения RPA системы в бизнес-процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борзых, Н.Ю. Анализ технологии RPA / Н.Ю. Борзых // Инновации. Наука. Образование. — 2022. — № 49. — С. 1366–1368. — EDN MVANYK.
2. Борзых, Н.Ю. Анализ российского рынка технологии RPA / Н.Ю. Борзых // Вопросы устойчивого развития общества. — 2022. — № 3. — С. 546–549. — EDN PFOGWS.
3. Беломытцев, И.О. Роботизированная автоматизация процессов (RPA) / И.О. Беломытцев // Инновационная наука. — 2019. — № 1. — С. 17–19. — EDN YVLDDF.
4. Митрохина, Е.А. Возможности применения RPA для автоматизации документооборота / Е.А. Митрохина // Документы и архивы в условиях цифровой экономики: Материалы Международной научно-практической конференции, Донецк, 22–23 апреля 2020 года / Редколлегия: Н.Ш. Пономаренко (председатель) [и др.]. — Донецк: Донецкий национальный университет, 2020. — С. 37–41. — EDN CYUZPB.
5. Кочеткова, А.А. Программные роботы в процессе цифровизации предприятий / А.А. Кочеткова, М.Б. Кравец, А.А. Холодилов // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. — 2022. — Т. 2. — С. 278–281. — EDN IKDTXY.
6. Рынок RPA демонстрирует быстрый рост // Открытые системы. СУБД. — 2019. — № 3. — С. 7. — EDN RYWNIIY.
7. РАНХиГС оценил потенциальный рост безработных россиян на 20 млн. человек из-за автоматизации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://davydov.in/economics/ranxigs-ocenil-potencialnyj-rost-bezrobotnyh-rossiyan-na-20-mlnchelovek-iz-za-avtomatizacii/>

© Борзых Никита Юрьевич (allyru@yandex.ru), Приходько Никита Алексеевич (docfr10@yandex.ru),

Сапрыкин Дмитрий Анатольевич (dmitriy300197@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА «МОДЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ»

### BIOCHEMICAL COMPOSITION OF PRODUCTS OBTAINED BY MICROBIOLOGICAL CONVERSION OF LIGNOCELLULOSIC SUBSTRATES WITH MYCELIAL MUSHROOM

**A. Bakshaliyev**  
**V. Musayeva**  
**A. Huseynova**  
**U. Nematova**  
**A. Hasanova**

*Summary.* The carried studies showed that mycelial, especially xylotrophic mushrooms, isolated from the territories of Azerbaijan, have all the necessary properties for the conversion of plant waste into enriched with various biologically active substances (protein, enzymes, polysaccharides, lipids, etc.) product. As a result of this, plant waste (centuries-old pulp, wheat straw, sunflower husk, etc.), forming in the agricultural sector of Azerbaijan, having low feed properties, due to bioconversion with their mycelial mushroom, the content of crude protein in them increased from 3–6 to 10.8–24.9%, true protein — 2–4% to 7.8–16.8%, and the amount of cellulose and lignin respectively decreased from 32.0–35.5% to 22.0–27.1%.

*Keywords:* agricultural sector, plant waste, bioconversion, mushrooms, feed products..

**Дадабекова Аида Дагировна**  
ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный  
университет»

2017103354@pnu.edu.ru

**Вихтенко Эллина Михайловна**

Доцент, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный  
университет»

004184@pnu.edu.ru

*Аннотация.* В работе описана разработка цифрового образовательного ресурса «Модель Солнечной системы», позволяющего визуализировать материал по теме «Солнечная система» в школьном курсе астрономии. В созданном программном продукте реализованы функции демонстрации движения планет Солнечной системы и просмотра информации об её объектах.

*Ключевые слова:* цифровой ресурс, моделирование, Солнечная система.

Согласно приказу Министерства образования и науки РФ от 7 июня 2017 г. № 506 «О внесении изменений в федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования, утвержденный приказом Министерства образования Российской Федерации от 5 марта 2004 г. № 1089» [1] в перечень обязательных предметов была включена астрономия. Одним из наиболее крупных разделов данной дисциплины согласно рабочей программе базового уровня [2] является раздел «Солнечная система», включающий в себя следующие темы: строение Солнечной системы, законы движения небесных тел, природа тел Солнечной системы. Основной проблемой изучения данной дисциплины является отсутствие наглядности, позволяющей более точно донести изучаемый материал.

Технологии в 21 веке развиваются очень быстро. Одна из таких технологий — компьютерное моделирование. В настоящее время под этим термином понимают программный комплекс, позволяющий с помощью вычислений и графического представления, воспроизводить процессы функционирования объекта, системы объектов [3]. Модель Солнечной системы создана с использованием именно этой технологии. Актуальность внедрения данной технологии в образовательный процесс заключается в том, что использование такой новой системы будет увеличивать уровень усвоения информации за счет разнообразия и интерактивности ее визуального представления.

В качестве решения поставленной проблемы разработано с использованием компьютерного моделирования программное средство (ПС) «Модель Солнечной

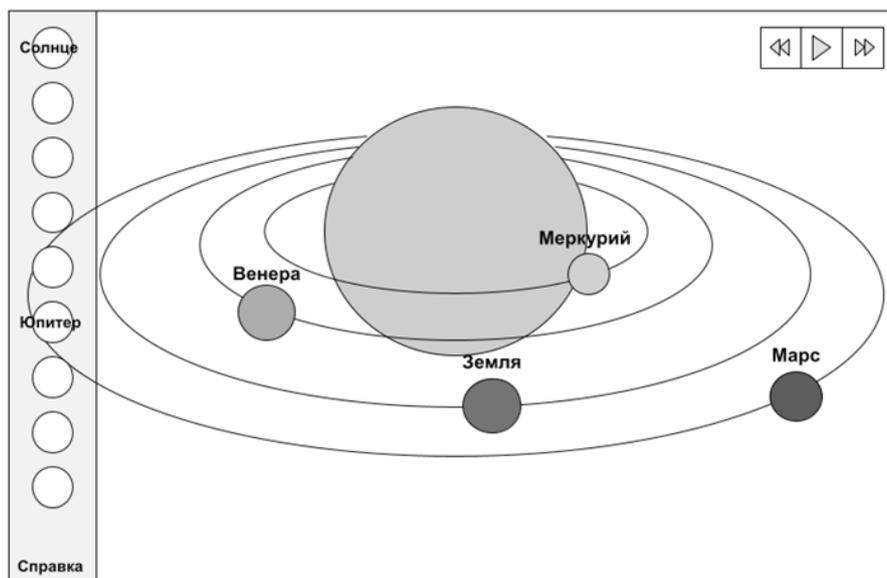


Рис. 1. Макет интерфейса основной сцены

системы», особенностью которого является содержание информации о Солнце, планетах и их спутниках, изучаемой в разделе «Солнечная система», а также визуализация движения планет Солнечной системы.

Одним из важных аспектов разработки программного средства является анализ существующих аналогов разрабатываемого программного средства. Данный метод позволяет выбрать оптимальный функционал разрабатываемого ПС, а также создать макеты с интуитивно понятным интерфейсом.

Для анализа взяты модель Солнечной системы с сайта NASA [4] и веб-версия приложения SolarSystemScope [5].

Сравнительный анализ позволил сформировать список необходимого функционала и разработать макеты интерфейсов для разрабатываемого ПС.

Особенностью, отличающей разрабатываемое ПС от аналогов, является его ориентированность на школьную программу.

С учетом анализа аналогов, поставлена следующая задача: «создать цифровой образовательный ресурс «Модель Солнечной системы» с возможностью просмотра информации о ее объектах; планетах и их лунах» [6].

Основная задача разрабатываемого ПС — решение проблемы изучения раздела «Солнечная система» в школьном курсе астрономии, а именно отсутствие наглядности изучаемого материала.

ПС показывает движение планет Солнечной системы и их спутников, дает возможность увеличивать изображение отдельного объекта Солнечной системы. Так же ПС обеспечивает возможность просмотра информации об объекте Солнечной системы.

Преимуществом разрабатываемого ПС является возможность его использования как в образовательном процессе учащихся 11 классов в школьном курсе астрономии, так и в организации внеурочной деятельности школьников начальных классов или при проведении образовательных мероприятий учащихся средней школы.

Интерфейс ПС не перегружен лишней информацией, но функционал ПС интуитивно понятен.

Пользовательский интерфейс разрабатываемого ПС состоит из следующих элементов:

- ◆ основная сцена, на которой изображена модель Солнечной системы;
- ◆ панель меню, расположенная в левой части экрана, с кнопками в виде планет;
- ◆ всплывающая панель меню для каждой планеты, содержащая кнопки «Информация» (для всех объектов), «Спутники» (для планет, имеющих спутники);
- ◆ кнопки управления скоростью вращения планет Солнечной системы;
- ◆ инструкция по использованию ПС.

Находясь в основной сцене, пользователь с помощью мыши может изменять масштаб модели Солнечной системы, а также угол обзора.

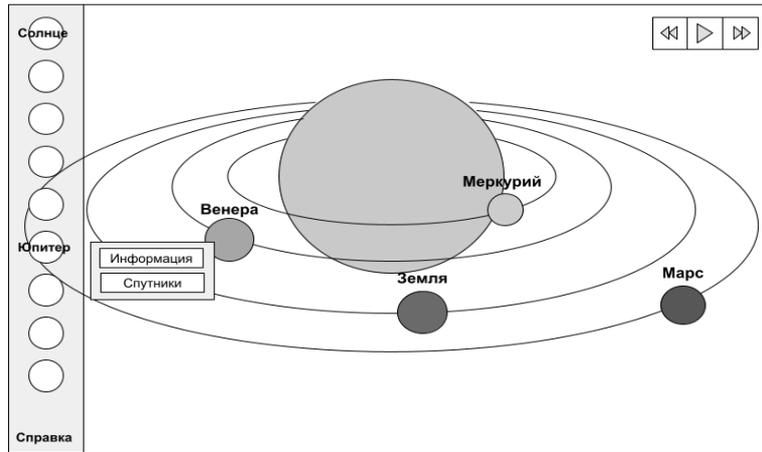


Рис. 2. Макет интерфейса после нажатия на одну из кнопок левой панели меню

Всплывающие элементы пользовательского интерфейса не загромождают основную сцену. Интерфейс приложения имеет адаптивный дизайн, при различном разрешении экрана расположение панелей и всех элементов, содержащихся в них, группируются так, что они видны пользователю и не перекрывают друг друга, а при их выборе информация выводится в компактном режиме.

На рисунке 1 представлен макет интерфейса основной сцены.

В правом верхнем углу расположены кнопки, изменяющие скорость движения планет. Реализована возможность увеличения и уменьшения скорости вращения планет, а также возможность запуска и остановки анимации.

В нижней части левой панели меню расположена кнопка «Справка», содержащая информацию по использованию ПС. Доступ к данному разделу осуществляется только через боковую панель меню на основной сцене ПС.

Данный раздел меню содержит инструкции по использованию цифрового образовательного ресурса «Модель Солнечной системы».

В левой части основной сцены расположена панель меню с кнопками в виде планет. Каждая кнопка подписана в соответствии с названием планеты, к которой она относится. При нажатии на кнопку открывается всплывающая панель с кнопками «Информация» (для всех объектов Солнечной системы), а также «Спутники» (для объектов Солнечной системы, имеющих луны).

На рисунке 2 представлен макет интерфейса разрабатываемого ПС после нажатия на одну из кнопок панели меню.

При нажатии на кнопку «Информация» открывается новая сцена, содержащая в себе информацию об объекте Солнечной системы и его изображение без спутников.

При нажатии на кнопку «Спутники» будет открываться новая сцена, содержащая в себе информацию о спутниках объекта Солнечной системы и его изображение со спутниками и их орбитами.

На каждой сцене реализована возможность возврата на основную сцену.

ПС «Модель Солнечной системы» обеспечивает следующие возможности:

- ◆ изменение точки обзора при помощи мыши;
- ◆ изменение масштаба модели Солнечной системы при помощи мыши;
- ◆ вывод информации о выбранном объекте.

Движение планет в ПС «Модель Солнечной системы» реализовано в соответствии с законами Кеплера.

В соответствии с первым законом Кеплера планеты движутся по эллиптическим орбитам. Величиной, характеризующей степень сжатия орбиты, является эксцентриситет.

Расчет координат планеты происходит по уравнению траектории тела в безразмерных переменных в полярной системе координат [7]:

$$\bar{r} = \frac{1}{(a_1 + 1)\cos\varphi - a_1}, \tag{1}$$

где

$$\bar{r} = \frac{r}{R_p}$$

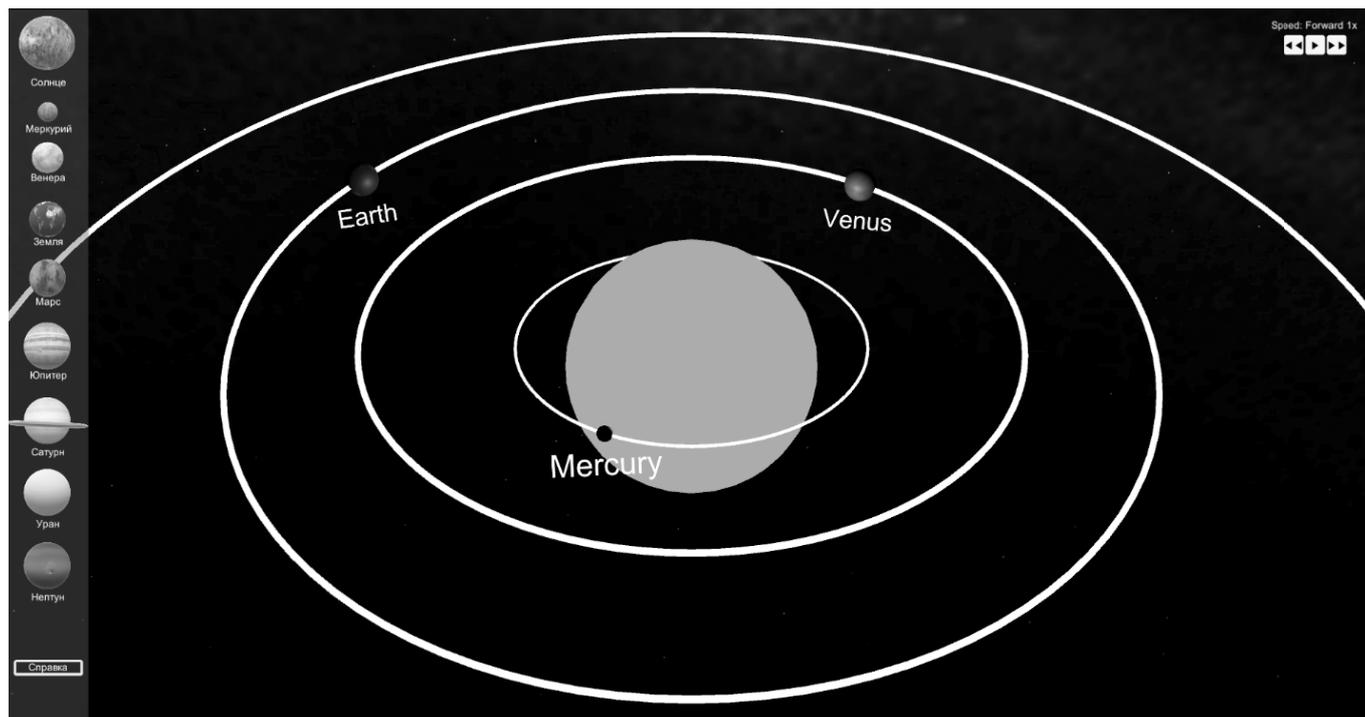


Рис. 3. Интерфейс основной сцены ПС

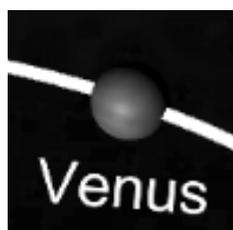


Рис. 4. Надпись планет



Рис. 5. Кнопки управления скоростью анимации

относительный радиус положения планеты относительно Солнца;

$$a_1 = \frac{\mu_1}{R_p v_p^2}$$

параметр траектории;  $\varphi$  — угол, отсчитываемый от радиуса перигелия;  $\mu_1 = -G(M + m)$  — параметр взаимодействия;  $R_p$  — радиус перигелия;  $v_p$  — скорость планеты в перигелии;  $G$  — гравитационная постоянная.

Третий закон Кеплера связывает периоды обращения планет вокруг Солнца ( $T$ ) и большие полуоси орбит ( $a$ ): квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей [8]

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} \quad (2)$$

В программе сначала по третьему закону Кеплера (2) рассчитывается угловое ускорение, затем рассчитывается угол поворота [7]:

$$\varphi_1 = \varphi + \frac{v_p}{R_p} \cdot \frac{\bar{v}_t}{\bar{r}} \cdot h_i + \varepsilon \cdot \frac{h_i^2}{2}, \quad (3)$$

где  $\varphi_1$  — прогнозируемый угол поворота;  $\bar{v}_t$  — скорость орбиты относительно оси  $y$ ;  $h_i$  — значение приращения времени;  $\varepsilon$  — угловое ускорение.

Одним из кеплеровских параметров, описывающих орбиты планет, является наклон орбиты к оси эклиптики — двугранный угол между плоскостью орбиты и плоскостью эклиптики. Данная характеристика также учтена при построении орбит.

После запуска ПС «Модель Солнечной системы» открывается основная сцена, содержащая изображение

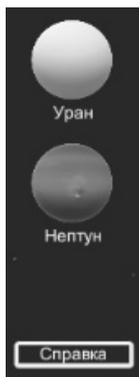


Рис. 6. Панель меню



Рис. 7. Изменение масштаба и точки обзора

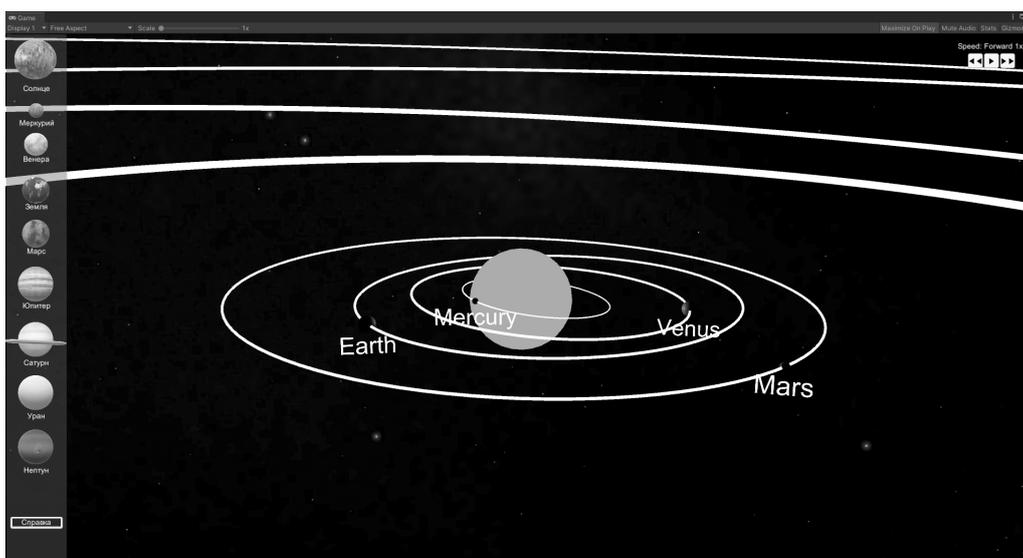


Рис. 8. Изменение масштаба и точки обзора

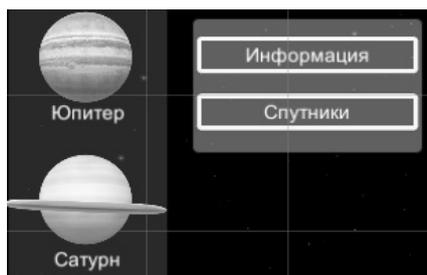


Рис. 9. Открывающаяся панель для Юпитера

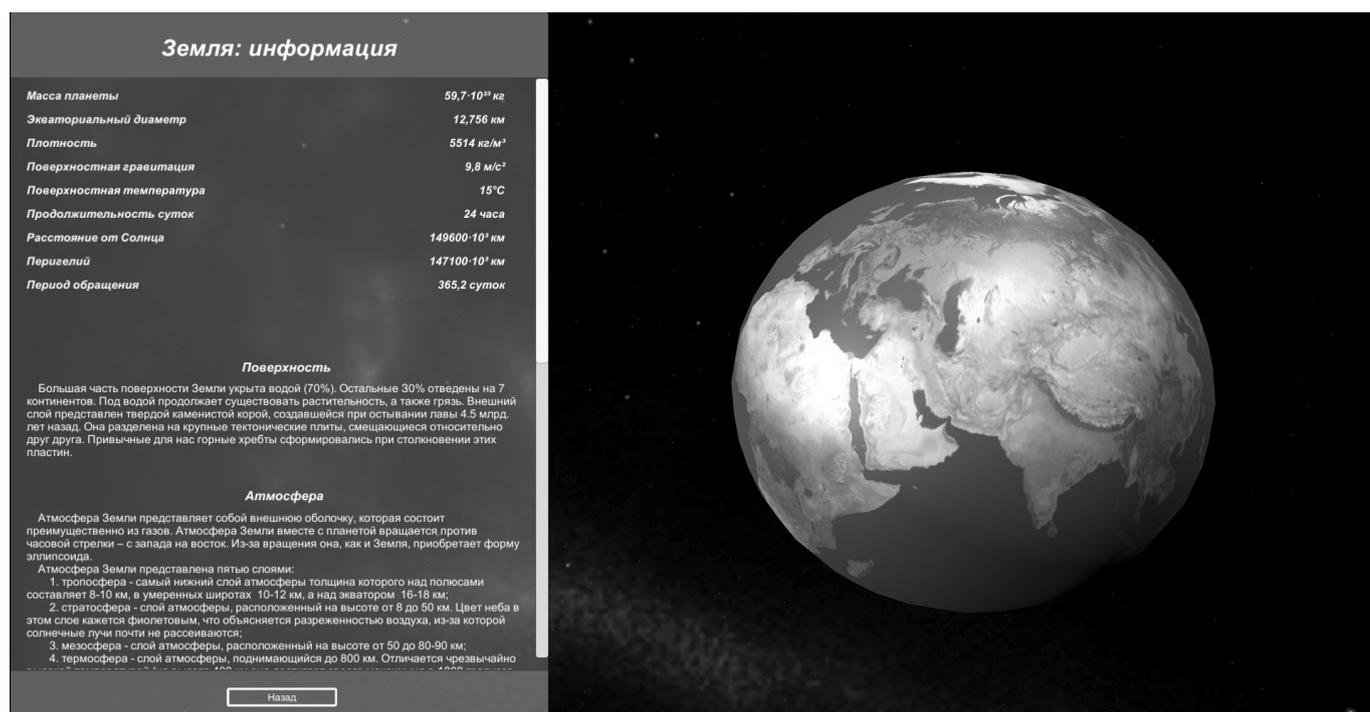


Рис. 10. Интерфейс программы после нажатия на кнопку «Информация»

Солнечной системы, кнопки управления скоростью анимации и боковую панель меню. На рисунке 3 представлен интерфейс основной сцены ПС сразу после запуска.

Все планеты, изображенные в модели, имеют надпись (см рис. 4).

Управление анимацией осуществляется через кнопки, изображенные на рисунке 5. Текущая скорость анимации указана над кнопками.

В левой части экрана расположена панель меню, которая содержит кнопки в виде объектов Солнечной системы и кнопку «Справка». Все кнопки имеют надпись в виде названия планеты, которой они соответствуют (рис. 6).

Вращение планет вокруг Солнца реализовано в соответствии с законами Кеплера. Регулируя масштаб и изменяя точку обзора, можно увидеть, что планеты имеют эллиптические орбиты. Также учтен наклон орбиты относительно оси эклиптики и изменение скорости движения планет.

Изменять масштаб модели Солнечной системы и угол обзора пользователь может с помощью мыши (рис. 7 и 8).

После нажатия на кнопку-планету открывается панель с кнопками «Информация» и «Спутники» (рисунок 9).

На рисунке 10 представлен интерфейс программы после нажатия на кнопку «Информация» планеты Земля.

Слева расположена панель, содержащая информацию о планете. Условно приведённую информацию можно разделить на две группы:

- ◆ основная — информация, которая приведена для каждой планеты (масса, экваториальный диаметр, плотность, поверхностная гравитация, поверхностная температура, продолжительность суток, расстояние от Солнца, перигелий, период обращения вокруг Солнца);
- ◆ дополнительная — информация, индивидуальная для каждой планеты (для Земли: поверхность, атмосфера, структура).

Планета, расположенная в правом окне, совершает вращение вокруг своей оси.

Аналогично информации о планетах, информацию о лунах также можно разделить на две части — основную и дополнительную. В основную информацию входит масса спутника, экваториальный диаметр, плотность,

поверхностная гравитация, поверхностная температура и период обращения вокруг планеты. Для Луны в дополнительную информацию сходит структура, наличие воды, атмосфера, история формирования и карта поверхности.

На изображении в правой части экрана демонстрируется вращение спутника вокруг планеты.

Интерфейс также содержит функцию возврата к основной сцене.

В процессе выполнения работы разработан цифровой образовательный ресурс «Модель Солнечной системы», обеспечивающий визуализацию изучаемого материала в школьном курсе астрономии по теме «Солнечная система». В программном средстве реализованы функции изменения точки обзора просмотра анимации вращения планет, изменение масштаба модели, вывод информации о выбранном объекте.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Министерства образования и науки РФ от 7 июня 2017 г. N506 "О внесении изменений в федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования, утвержденный приказом Министерства образования Российской Федерации от 5 марта 2004 г. N1089" [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71597416>.
2. Страут, Е.К. Программа: Астрономия. Базовый уровень. 11 класс: учебно-методическое пособие / Е.К. Страут. — М.: Дрофа, 2018. — 11 с.
3. Понятие «Компьютерная модель», компьютерное моделирование, основные функции компьютера при моделировании [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — [https://studopedia.ru/2\\_71784\\_ponyatie-kompyuternaya-model-kompyuternoe-modelirovanie-osnovnie-funksii-kompyutera-pri-modelirovanii.html](https://studopedia.ru/2_71784_ponyatie-kompyuternaya-model-kompyuternoe-modelirovanie-osnovnie-funksii-kompyutera-pri-modelirovanii.html).
4. Модель Солнечной системы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — <https://solarsystem.nasa.gov>.
5. Модель Солнечной системы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — <https://www.solarsystemscope.com>.
6. Дадабекова А.Д., Резак Е.В. Изучение раздела «Солнечная система» в курсе школьной астрономии на основе компьютерной симуляции // Far East Math: материалы студенческой национальной научной конференции, Хабаровск, 07–13 декабря 2020 года. — Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2021. — С. 161–166.
7. Математическая модель Солнечной системы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — Новая постановка задачи об эволюции оси вращения Земли (ikz.ru).
8. Как менялись представления ученых о солнечной системе [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — <https://kosmolog.ru/kak-menyalis-predstavleniya-uchenyh-o-solnechnoj-sisteme.html>.

© Дадабекова Аида Дагировна (2017103354@pnu.edu.ru), Вихтенко Эллина Михайловна (004184@pnu.edu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВИРТУАЛЬНЫХ СЕРВЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ АНТИВИРУСНОЙ ЗАЩИТЫ

**Капустин Михаил Николаевич**

Руководитель инженерной группы, ООО «ЛАНИТ-ТЕХНОЛОГИИ»

White4spirit@yandex.ru

## A TECHNIQUE FOR IMPROVING THE PERFORMANCE OF VIRTUAL SERVERS WHEN USING ANTI-VIRUS PROTECTION TOOLS

**M. Kapustin**

*Summary.* Threats to information (computer) security are various actions that can lead to violations of the state of information protection. In other words, these are potentially possible events, processes or impacts that can harm information and computer systems. Information security threats can be divided into two types: natural and artificial. Natural phenomena include natural phenomena that are not dependent on humans, such as hurricanes, floods, fires, etc. artificial threats depend directly on the person and can be intentional and unintentional. Unintentional threats arise due to negligence, inattention and ignorance. An example of such threats can be the installation of applications that are not among the necessary ones for work and further disrupt the system, which leads to the loss of information. Intentional threats, unlike the previous ones, are created on purpose. These include attacks by intruders both from outside and from within the company. The result of the implementation of this type of threat is the loss of funds and intellectual property of the organization.

Unwanted content — malicious code, potentially dangerous programs and spam, that is, what is directly created to destroy or steal information.

Unauthorized access — viewing information by an employee who does not have permission to use it, by exceeding official authority. Unauthorized access leads to information leakage. Depending on what data and where it is stored, sources can be organized in different ways, namely through attacks on sites, hacking programs, intercepting data over the network, using unauthorized programs.

*Keywords:* virtual server, VPS, VDS, anti-virus protection.

*Аннотация.* Угрозы информационной (компьютерной) безопасности — это различные действия, которые могут привести к нарушениям состояния защиты информации. Другими словами, это-потенциально возможные события, процессы или воздействие, которые могут нанести вред информационным и компьютерным системам. Угрозы ИБ можно разделить на два типа: естественные и искусственные. К природным относятся природные явления, не зависящие от человека, например ураганы, наводнения, пожары и т.д. искусственные угрозы зависят непосредственно от человека и могут быть преднамеренными и непреднамеренными. Непреднамеренные угрозы возникают из-за неосторожности, невнимательности и незнания. Примером таких угроз может быть установка приложений, не входящие в число необходимых для работы и в дальнейшем нарушают работу системы, что и приводит к потере информации. Умышленные угрозы, в отличие от предыдущих, создаются специально. К ним можно отнести атаки злоумышленников как извне, так и изнутри компании. Результат реализации этого вида угроз-потери средств и интеллектуальной собственности организации.

Нежелательный контент — вредоносный код, потенциально опасные программы и спам, то есть то, что непосредственно создано для уничтожения или кражи информации.

Несанкционированный доступ-просмотр информации сотрудником, не имеющим разрешения пользоваться ею, путем превышения должностных полномочий. Несанкционированный доступ приводит к утечке информации. В зависимости от того, какие данные и где они хранятся, истоки могут организовываться разными способами, а именно через атаки на сайты, взлом программ, перехват данных по сети, использование несанкционированных программ.

*Ключевые слова:* виртуальный сервер, VPS, VDS, антивирусная защита.

**В** зависимости от различных способов классификации все возможные угрозы информационной безопасности можно разделить на следующие основные подгруппы:

- ◆ нежелательный контент;
- ◆ несанкционированный доступ;
- ◆ утечка информации;

- ◆ потеря данных;
- ◆ мошенничество;
- ◆ кибервойны;
- ◆ кибертерроризм.

При развертывании нового VPS-сервера существует выбор или доверить организацию системы защиты про-

вайдеру, или внедрять ее собственноручно. Далее представлен пример настройки сервера без участия технической поддержки хостинг-провайдера.

В таком случае предоставляется сервер с выбранной операционной системой, а все последующие действия по его настройке берет на себя предприятие “здоровье”. Для начала следует выполнить несколько операций, которые позволят повысить его безопасность и функциональность.

Перед началом работы следует авторизоваться на сервере как пользователь root. Чтобы это сделать, нужен публичный IP-адрес сервера и пароль учетной записи администратора (root). Если они известны, в консоли вводится следующая команда, в которой следует заменить предложенный IP-адрес на адрес своего сервера:

```
ssh root@194.61.0.6.*
```

\* IP-адрес приведен в качестве примера

Если появится предупреждение о проверке подлинности, следует принять его. Затем система запросит пароль или приватный ключ. Если вход осуществляется впервые с помощью пароля, система предложит задать новый.

После ввода пароля авторизация пройдет успешно, позволяя настроить сервер на CentOS.[9]

Пользователь root в дистрибутивах Linux имеет неограниченные права. Однако, не стоит работать под ним постоянно. При наличии больших возможностей достаточно совершить одно неверное действие, которое приведет к необратимым последствиям. Поэтому стоит создать дополнительный профиль пользователя, для которого можно установить некоторые ограничения.

Для начала создадим новый профиль пользователя с именем “demo”:

```
adduser demo
```

Назначим для него пароль:  
passwd 123

Далее вводим новый пароль и повторяем его после следующего запроса. Новый созданный аккаунт “demo” получил стандартные права. В то же время, при настройке сервера нужно будет провести глубокую настройку VPS-серверу, для чего понадобятся root-права.

Для того, чтобы не менять постоянно стандартный аккаунт на профиль администратора, можно сделать из demo “суперпользователя”. Для того, чтобы запускать

команды с правами администратора, перед ними достаточно дописать команду sudo.

Далее-добавляем профиль demo к группе «wheel». В CentOS пользователи данной группы могут использовать команду sudo. Для этого используем следующую команду:

```
# gpasswd-a demo wheel
```

Чтобы улучшить защиту сервера, можно добавить аутентификацию пользователей с помощью открытого ключа. Это на порядок увеличивает безопасность сервера, поскольку позволяет выполнять авторизацию путем ввода ключа

SSH. Для создания новой пары ключей SSH достаточно ввода команды:

```
ssh-keygen
```

Подтверждаем нажатием кнопки Enter принятие этого имени файла и пути к нему. Система предложит задать пароль для защиты ключа. Впрочем, этот шаг необязателен и можно обойтись без пароля. Эта процедура сгенерирует закрытый ключ id\_rsa и открытый ключ id\_rsa.pub во внутреннем каталоге.ssh.

Когда пара SSH-ключей будет успешно сгенерирована, понадобится скопировать на новый сервер открытый ключ. Сделать это можно с помощью скрипта ssh-copy-id, который нужно предварительно установить на CentOS7. Он поможет установить открытый ключ каждому авторизованному пользователю.

Для этого вписываем в консоль команду:

```
ssh-copy-id
```

После ее выполнения вводится имя пользователя и IP-адрес сервера, на который добавается ключ:

```
ssh-copy-id demo@194.61.0.6
```

Когда пароль будет введен, открытый ключ добавится в файл удаленного пользователя по пути.ssh / authorized\_keys. Соответствующий закрытый ключ будет использоваться для входа на сервер.

После применения изменений необходимо выполнить перезагрузку SSH, чтобы система начала работать с новой конфигурацией. Для этого используем следующую команду, чтобы перезапустить демон SSH:

```
systemctl reload sshd
```

Перед тем, как покинуть сервер, рекомендуется проверить, правильно ли он настроен. Далее следует закрыть и открыть терминал, чтобы в нем создать новое соединение с нашим сервером. Однако, в данном случае вместо входа в профиль «root», используется уже созданный «demo».

К настроенному удаленному серверу можно подключиться командой: `ssh demo@194.61.0.6`.

Для установки на сервере организации выбраны следующие программные решения:

- ◆ межсетевой экран ConfigServer Security and Firewall(CSF);
- ◆ система предупреждения вторжений fail2ban;
- ◆ антивирусное программное обеспечение Maldet.

Установка межсетевого экрана. По сравнению с другими аналогичными решениями, Configserver Security and Firewall (CSF) — это бесплатное программное обеспечение брандмауэра с открытым исходным кодом с широким спектром функций. CSF также интегрирован в панели управления хостингом VDS, такие как cPanel и Directadmin. Следовательно, после установки CSF можно настраивать непосредственно из этих панелей управления.

Первым образом для установки CSF нужно подключиться по SSH с правами суперпользователя (root). Для работы CSF необходим Perl, а также библиотека Time / HiRes. Если эти пакеты не установлены, установщик CSF выведет ошибку. Для установки этих пакетов нужно ввести следующие команды:

```
yum install perl-libwww-perl yum install perl-Time-HiRes
```

Для того, чтобы установить этот фаервол, необходимо скачать установочный архив CSF, распаковать его и запустить исполняемый файл. Для этого нужны команды:

```
rm -fv csf.tgz //Удаляем файл csf.tgz, если таковой имеется
wget https://download.configserver.com / csf.tgz //Загружаем архив
tar -xzf csf.tgz //Распаковываем архив
cd csf //Переходим в распакованную директорию
sh install.sh //Выполняем установочный скрипт
```

Установка происходит в автоматическом режиме. После ее завершения необходимо проверить, есть ли на VPS необходимые модули IPTables:

```
perl /etc/csf/csftest.pl
```

Результат выполнения команды должен быть примерно таким:

```
Testing ip_tables / iptable_filter...OK
Testing ipt_LOG...OK
Testing ipt_multiport / xt_multiport...OK
Testing ipt_limit/xt_limit...OK
Testing iptable_nat / ipt_redirect...OK
RESULT: csf should functionn on this server
```

Как правило, указанные в заключении модули установлены на VPS по умолчанию. Если какой-либо из нужных модулей отсутствует, результаты теста об этом сообщат, после чего необходимо будет произвести установку указанных модулей, чтобы функциональность CSF была ограничена.

После установки ConfigServer Security and Firewall работает в тестовом режиме, который рекомендуется отключать только после того как будет отредактированный конфигурационный файл /etc/csf/csf.conf для нужд предприятия.

В файле конфигурации необходимо как минимум убедиться в том, что все необходимые для работы TCP и UDP порты открыты. Пример таких параметров в файле конфигурации может быть следующим:

```
# Allow iincoming TCP ports
TCP_IN = «20,21,22,25,53,80,110,143,443,465,587,993,9
95»
# Allow outgoing TCP ports
TCP_OUT = "20,21,22,25,53,80,110,113,443"
# Allow incoming UDP ports
UDP_IN = "20,21,53"
# Allow outgoing UDP ports
# To allow outgoing traceroute add 33434:33523 to this
list UDP_OUT = "20,21,53,113,123"
```

Отключение тестового режима выполняется путем изменения значения параметра Testing в файле конфигурации, а именно необходимо значение 1 изменить на 0. После этого можно сохранить изменения.

Система предупреждения вторжений. Для установки выбрана система Fail2ban. Это-фреймворк для предотвращения проникновения, предназначенный для блокировки неизвестных IP-адресов, которые пытаются проникнуть во внутреннюю систему. Этот пакет программ важен для защиты от любых атак грубой силы на сервисы.

Чтобы установить пакет используется такая команда:

```
apt-get install fail2ban
```

После установки программного пакета необходимо изменить файл конфигурации, чтобы настроить его в со-

ответствии с потребностями. Прежде чем вносить изменения, рекомендуется создать резервную копию файла конфигурации, введя следующую команду:

```
cp /etc/fail2ban/jail.conf /etc/fail2ban/jail.conf.backup
```

Затем открываем файл: папка / etc/fail2ban / jail.conf

После выполнения изменений, следует перезагрузить сервис, используя следующую команду:

```
/ etc / init.d/fail2ban restart
```

Установка утилиты для сканирования maldetect для сканирования Linux сервера. MalDetect может использовать данные от систем обнаружения атак чтобы обнаруживать вредоносный код (malware). Также может использовать антивирусную базу других сканеров, таких как ClamAV.

MalDetect не доступен в репозиториях ПО, поэтому загрузить и установить его нужно вручную:

```
cd / usr / local / src; wget http://www.rfxn.com/downloads/maldetect-
```

```
current.tar; cd maldetect-* sh ./install.sh; cd ./ rm -rf maldetect-*
```

После установки обновляем:

```
maldet-Update-ver maldet-Update
```

Сканирование происходит следующим образом:

```
maldet -a /home?/?/ public_html
```

Каждой проверке присваивается уникальный ID.

MalDetect не удаляет файлы во время сканирования. По окончании каждого сканирование будет предложено команду, с помощью которой можно просмотреть лог сканирования.

```
maldet-report% report.ID%
```

Для удаления найденных файлов нужно выполнить следующую команду: maldet -q%report.ID%

После перечисленных средств можно переходить к установке демонов для работы сайта и электронной почты. Сервер базы данных MySQL по умолчанию. Для работы веб-сайта нужно установить веб-сервер. Выбирая среди таких популярных серверов как nginx, Apache Tomcat, Node.js, Apache HTTP Server, выбор падает на по-

следний, так как он является наиболее часто используемым.

Безопасность бизнеса чрезвычайно важна, но для компании может быть сложным вопросом. Независимо от того, является ли целью предотвращение взлома, защита своих ценных данных, предупреждение краж, стоит пристально следить за своим персоналом, есть много вещей, которые стоит продумать, чтобы ваша безопасность соответствовала потребностям компании.

Каждый бизнес имеет свои особенности, а это значит, что меры безопасности, подходящие одной компании, не обязательно будут удовлетворять потребности другой.

Важно сначала проанализировать потребности в безопасности, то есть, что лучше всего подойдет для конкретного предприятия и что оно может себе позволить. Это включает ряд таких вопросов, как:

- ◆ Нужно ли применять меры безопасности в помещении, на открытом воздухе, или в обоих случаях?
- ◆ Нужно ли будет покрывать большую площадь или малую?
- ◆ Необходимо ли, чтобы система работала круглосуточно, или только тогда, когда бизнес работает?
- ◆ Уместно ли внедрение выбранных средств защиты?

Векторы атак на корпоративные инфраструктуры обычно базируются на использовании известных уязвимостей и недостатков в подобных системах, для устранения которых, как правило, достаточно применить базовые принципы обеспечения информационной безопасности:

- ◆ ограничить число интерфейсов сетевых служб, доступных для подключения на сетевом периметре;
- ◆ регулярное обновление программного обеспечения и установка обновлений безопасности операционной системы;
- ◆ использование SIEM-системы для своевременного обнаружения атак;
- ◆ для защиты веб-сайтов от атак ботов использовать капчи;
- ◆ проводить регулярные лекции с целью повышения осведомленности работников в вопросах информационной безопасности (важно оценивать эффективность таких лекций);
- ◆ регулярно проводить тестирование на проникновение чтобы своевременно выявлять новые векторы атак и проверки принятых мер защиты на практике;
- ◆ использовать специализированные антивирусные программы для защиты от вредоносного ПО,

- распространяемого с помощью социальной инженерии;
- ◆ защищать или отключать в локальной вычислительной сети протоколы канального или сетевого уровня, которые не используются и разделять сеть на сегменты;
  - ◆ минимизировать привилегии пользователей и служб, использовать строгую политику в отношении паролей;
  - ◆ защищать учетные записи, имеющие повышенный доступ;
  - ◆ не хранить конфиденциальную информацию в общедоступном виде или в публичном доступе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко. — М.: Горячая линия — Телеком, 2009. -с.105–110
2. Нургалиев Р.К. Лабораторный стенд для изучения систем автоматизации узлов коммерческого учета жидких продуктов / Р.К. Нургалиев, В.В. Кузьмин, Ю.А. Куликов, А.В. Чупаев, Р.Р. Галямов, А.А. Гайнуллина // Вестник Казан.технол.ун-та. —2013. -Т. 16, № 1. — С. 67–70.
3. Нургалиев Р.К. Промышленные сети передачи данных / Р.К. Нургалиев, Р.Н. Зарипов, Д.Б. Флакс, Э.У. Даутова // Вестник Казан.технол.ун-та. —2013. -Т. 16, № 1. — С. 252–255.
4. Gu L., Zeng D., Guo S., et al. Cost Efficient Resource Management in Fog Computing Supported Medical Cyber-Physical System // IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing. 2017. Vol. 5, no. 1. P. 108–119. DOI: 10.1109/TETC.2015.2508382.
5. Guth J., Breitenbucher U., Falkenthal M., et al. Comparison of IoT Platform Architectures: A Field Study Based on a Reference Architecture // 2016 Cloudification of the Internet of Things, ClOT 2016, 2017. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017. DOI: 10.1109/CIOT.2016.7872918.
6. Hagiу A., Wright J. When Data Creates Competitive Advantage. . . And When It Doesn't // Harvard Business Review. 2020. Vol. 98, no. 1. P. 94–101.
7. Iorga M., Feldman L., Barton R., et al. Fog Computing Conceptual Model. Gaithersburg, MD, 2018.
8. Jalali F., Hinton K., Ayre R., et al. Fog Computing May Help to Save Energy in Cloud Computing // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2016. Vol. 34, no. 5. P. 1728–1739. DOI: 10.1109/JSAC.2016.2545559.
9. Kakakhel S.R.U., Mukkala L., Westerlund T., et al. Virtualization at the Network Edge: A Technology Perspective // 2018 3rd International Conference on Fog and Mobile Edge Computing, FMEC2018 (Barcelona, Spain, April, 23–26, 2018). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018. P. 87–92. DOI: 10.1109/FMEC.2018.8364049.
10. Lee J. A View of Cloud Computing // International Journal of Networked and Distributed Computing. 2013. Vol. 1, no. 1. P. 2–8. DOI: 10.2991/ijndc.2013.1.1.2.
11. Madsen H., Albeanu G., Burtсhу B., et al. Reliability in the Utility Computing Era: Towards Reliable Fog Computing // International Conference on Systems, Signals, and Image Processing (Rio de Janeiro, Brazil, June, 3–5, 2013). IEEE Computer Society, 2013. P. 43–46. DOI: 10.1109/IWSSIP.2013.6623445.
12. Mahmood Z., Ramachandran M. Fog Computing: Concepts, Principles and Related Paradigms // Springer International Publishing, 2018. P. 3–21. DOI: 10.1007/978-3-319-94890-4\_1.

© Капустин Михаил Николаевич (White4spirit@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## СОЗДАНИЕ СЕРВИСОВ ПО ОЦИФРОВКЕ ШАХМАТНЫХ И БИЛЬЯРДНЫХ ПАРТИЙ

### CREATION OF SERVICES FOR DIGITIZING CHESS AND BILLIARD GAMES

**I. Noek  
E. Zamega  
V. Demichev  
O. Blokhina**

*Summary.* Information technologies actively absorb all branches of human activity. And sports are no exception. The digitalization of sports is currently developing in all areas: from preparing athletes for competitions to broadcasting these competitions [1]. The presented work is devoted to the development of two mobile applications for digitizing chess and billiard games for iOS and Android operating systems using artificial intelligence.

*Keywords:* digitalization of sports, chess, billiards, artificial intelligence, widgets, mobile applications.

**Ноек Игорь Дмитриевич**

ОЧУ ВО «Еврейский университет»  
noekihar@gmail.com

**Замега Эмма Николаевна**

К.ф.-м.н., ОЧУ ВО «Еврейский университет»  
e\_zamega@uni21.org

**Демичев Василий Анатольевич**

К.ф.-м.н., доцент, ОЧУ ВО «Еврейский университет»  
vademichev@gmail.com

**Блохина Ольга Анатольевна**

К.т.н., доцент, Московский государственный  
университет технологий и управления им.

К.Г. Разумовского (ПКУ)

ikafedra@yandex.ru

*Аннотация.* Информационные технологии активно поглощают все отрасли человеческой жизнедеятельности. И спорт не является исключением. Цифровизация спорта в настоящее время развивается по всем направлениям: от подготовки спортсменов к соревнованиям до трансляции этих соревнований [1]. Представленная работа посвящена разработке двух мобильных приложений по оцифровке шахматных и бильярдных партий, для операционных систем iOS и Android с использованием искусственного интеллекта.

*Ключевые слова:* цифровизация спорта, шахматы, бильярд, искусственный интеллект, виджеты, мобильные приложения.

### Введение

Стремительный рост информационных технологий коренным образом поменял мышление и привычки людей. Повсеместная цифровизация и внедрение искусственного интеллекта внесли свои коррективы и в спортивную жизнь. Спортсмены и болельщики хотят иметь доступ к онлайн-трансляциям текущих игр и к прошедшим играм. Спортивным функционерам необходимо повышать качество тренировочного процесса, а также вынесения судейских вердиктов. Все это возможно при использовании технологий по оцифровке спорта.

Информационные технологии также применяются во многих видах спорта в качестве цифрового арбитра. В теннисе, крикете, волейболе внедрён программ-

но-аппаратный комплекс Hawk-Eye, который моделирует траекторию игрового снаряда [2]. Благодаря этой технологии повышается качество судейства турниров и зрелищность трансляций.

В футболе также осуществлялись попытки интеграции Hawk-Eye для определения забития гола, но дороговизна технологии и сложности в обслуживании привели к разработке системы видео помощи судьям VAR. Для принятия верных решений, арбитры могут согласно протоколу использования VAR обратиться к технологии и посмотреть повтор интересующего их момента с разных ракурсов и с разным темпом [3].

Иначе дело обстоит с внедрением цифровизации в такие виды спорта как шахматы и бильярд.

## Цифровизация шахматных и бильярдных партий

Шахматы являются достаточно консервативным видом спорта. Интеграция информационных технологий в них происходит достаточно медленно.

В шахматах есть множество вариаций партий по времени. Для максимально достоверного и удобного обеспечения контроля времени используются специально разработанные шахматные часы.

Развитие технологий привело к созданию первых электронных часов, а в дальнейшем к созданию первых шахматных электронных моделей, обладающих рядом преимуществ: подсчёт сделанных игроками ходов, автоматический перенос времени в новый ход, поддержка различных схем подсчёта времени, остановка при просрочке времени.

Для решения проблем учёта ходов в реальном времени используется DGT электронная доска. Международная шахматная федерация использует такие доски на всех сертифицированных организацией турнирах.

Помимо громоздкой конструкции данное решение обладает высокой стоимостью, что затрудняет использование таких досок для каждой пары игроков на больших турнирах и, тем более, в небольших детских школах.

Разработанная программа для оцифровки спорта обладает преимуществами, решающими проблемы DGT доски. Данный сервис имеет мобильный форм-фактор, будучи мобильным приложением для смартфонов, сравнительно низкую стоимость, и возможность использовать Stockfish.

Stockfish — движок с открытым исходным кодом для анализа партий. Его использование позволяет после записи партии, оценить качество совершённых ходов и указать более сильные ходы по мнению алгоритма, который является 11-кратным шахматным чемпионом турнира шахматных движков. Приложение даёт пользователю возможность выбрать уровень качества анализа партии [4].

Ещё одной возможностью сервиса являются трансляции. Игроки могут в реальном времени делиться оцифрованной версией своей партии. Так же предусмотрена возможность транслировать турниры.

С точки зрения внедрения информационных технологий, бильярд является не менее консервативным видом спорта, чем шахматы.

Запись партий является главной проблемой игроков профессионалов и тех, кто начинает обучаться. Для того,

чтобы демонстрировать свои лучшие удары друзьям, показывать потенциальные ошибки тренерам, игроки записывают партии на смартфоны, либо пользуются видеозаписью, организованной в клубах.

Основным функционалом разработанного сервиса является распознавание нейронной сетью ударов игрока. На данный момент приложение умеет отделять забитые удары от промахов. Эта возможность используется для нарезки партии на её лучшие моменты.

На выходе пользователь получает всю необходимую информацию о партии. Каждая игра содержит в себе метаинформацию, лучшие моменты партии в видео-формате, статистический срез об общем количестве нанесённых ударов и соотношении забитых шаров к промахам.

## Выбор платформы для разработки кроссплатформенных приложений

Для успешной реализации продуктов необходимо подобрать оптимальный комплекс программно-аппаратных решений.

В качестве одного из потенциальных вариантов рассматривалось устройство в виде веб-камеры, записывающее партии и отправляющее видео-контент на сервер для последующей обработки и, при наличии устойчивого интернет — соединения, просмотра оцифрованного контента в реальном времени с помощью панели администратора.

Главным преимуществом данного подхода является стандартизированность всех используемых устройств. Это позволяет облегчить поддержку клиентов и уменьшить издержки при разработке.

Основным альтернативным кандидатом стал смартфон. Обширный выбор платформ для создания мобильных приложений, каждая из которых обладает рядом уникальных особенностей, наличие у большинства потенциальных клиентов смартфона, достаточно низкие требования для качественной работы программы, мобильные возможности устройства для передачи, просмотра, редактирования, записи стали решающим преимуществом при выборе форм-фактора устройства.

Для предоставления записи партий в условиях, не предусматривающих стабильное интернет — соединение принято решение интегрировать нейронную сеть в само приложение. Данный подход позволяет производить запись видеопотока, например, в любом бильярдном клубе, многие из которых расположены в подвальных помещениях со слабым уровнем сигнала.

Анализ преимуществ и недостатков, приведённых выше решений, выявил, что смартфон является наиболее выигрышным вариантом.

Кроссплатформенная разработка открывает возможность создания приложения сразу для нескольких операционных систем на единой кодовой базе.

Крупные корпорации сами создают и развивают кроссплатформенные фреймворки: Google — Flutter, JetBrains — Kotlin Mobile Multiplatform, Microsoft — Xamarin, Facebook — React Native.

На момент планирования и начальной стадии разработки на рынке представлено два стабильных, развивающихся и функциональных решения для создания кроссплатформенных приложений, описанных ниже [5].

React Native — фреймворк с открытым исходным кодом для разработки мобильных приложений на языках программирования Java Script и Type Script.

Исполняемый код программы взаимодействует с Application Programming Interface нативных платформ посредством инструмента Bridge.

Одним из главных преимуществ React Native является низкий порог входа в него для веб-разработчиков. Предполагается, что им будет достаточно легко начать создавать мобильные приложения для Android и iOS [6].

На момент выполнения работы, популярность Flutter растёт значительно быстрее ReactNative. Это происходит за счёт следующих заметных преимуществ фреймворка от Google: более высокий уровень производительности приложений и превосходящие по удобству инструменты разработки, позволяющие ускорить и упростить создание приложений, что приводит к более быстрому развитию платформы и выбору компаний [4].

Для осуществления быстрой и стабильной разработки мобильных сервисов, прежде всего, необходимо подобрать подходящие инструменты разработки [7]. В частности, архитектуру, state-manager, плагины для локализации приложения, генерации моделей с данными, REST api сервисов и так далее.

За счёт декларативного подхода к построению пользовательского интерфейса, фреймворк Flutter позволяет быстро создавать гибкий, модульный дизайн приложения. Однако это приводит к издержкам при передаче данных между различными view.

В большом проекте данная проблема будет наиболее проблематична по двум причинам: данный код будет

являться копией себя и в случае внесения правок возникнет необходимость в редактировании данной логики во всех участках кода, где она используется.

Помимо потребности в обработке данных в разных участках кода есть дополнительные потребности в использовании State Manager в приложении — это разделение UI с бизнес логикой и имплементация принципов качественной разработки крупных сервисов.

Flutter предлагает два основных типа виджетов — Stateless и Stateful [8]. Первый тип не обладает состоянием и не может обновляться без внешних событий, возникающих на родительских виджетах — контейнерах.

Виджеты способны обновлять интерфейс во время выполнения программы. Для того, чтобы указать на то, что состояние изменилось, необходимо вызывать метод setState, который является самым быстрым и простым решением проблемы. Но он далеко не всегда позволяет инкапсулировать бизнес-логику от пользовательского интерфейса. Решением данной проблемы служат более мощные и функциональные решения. На данный момент, чаще и успешнее всего используются provider, bloc/cubit, redux/fish\_redux.

Provider является самым простым из приведённых выше решений, позволяющим в кратчайшие сроки решить проблему state management, но и это приводит к ряду архитектурных ограничений, которые не всегда способны помочь правильно решить проблему, особенно, в большом приложении.

Хуже всего provider подходит для глобальных состояний приложения, например, авторизации. Лучшим решением для данного сценария является redux, который пришел во Flutter из веб-разработки.

К преимуществам redux относятся:

- ◆ контроль над состоянием — всегда известно, чем вызвано в нем изменение;
- ◆ функции обновления состояния легко тестировать;
- ◆ приложение легко поддается разбиению на различные слои;
- ◆ стейт глобальный и нет необходимости каждый раз передавать его в различные участки приложения.

За счёт этих преимуществ redux можно назвать крайне качественным и функциональным решением для больших приложений. Redux отлично подходит для реализации сложных сценариев, в которых отдельные участки логики должны реагировать на действие. Архитектура redux приведена на рисунке 1.

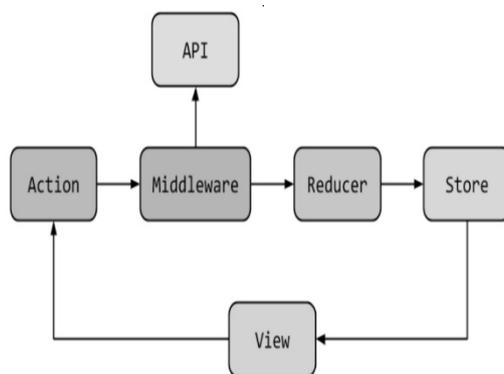


Рис. 1. Архитектура redux

Данная схема работает по следующему принципу: после срабатывания Action — некоего действия из интерфейса приложения оно отправляется в middleware для обращения к data слою, далее обновляется состояние и возвращается во view.

Redux — одно из самых гибких функциональных решений, но при этом, он, за частую излишне массивен и сложен в обслуживании.

Bloc — так же, как и redux способен решать задачи повышенной сложности. Но при этом он гораздо более простой во внедрении и поддержке.

В определённое место дерева виджетов добавляется один из видов виджетов bloc — для обработки состояния, который, при каждом обновлении состояния будет обновлять дочерние элементы.

Cubit является облегченной версией bloc, главным отличием которой является то, что на вход cubit получает функции, а не события. Это приводит к тому, что состояния будут возвращаться в порядке запросов событий [9].

Во время разработки сервисов использовались все три state manager, но итоговым вариантом стал cubit. На данный момент он сочетает в себе простоту в обращении и предоставление функционального интерфейса, который позволяет решать любые задачи.

Для сбора аналитики, загрузки удалённой конфигурации, мониторинга ошибок, обработки push-уведомлений используются сервисы Firebase.

Firebase — многофункциональная платформа, разрабатываемая и поддерживаемая Google — той же компанией, что и Flutter. Благодаря этому интеграция, поддержка и разработка сервисов данной платформы в приложения является крайне простой.

Firebase crashlytics предоставляет возможность собирать информацию о произошедших у пользователей ошибках [10].

Данный сервис незаменим для любого крупного приложения, так как он позволяет оперативно находить ошибки, упущенные в процессе тестирования и исправлять их.

Отправка push-уведомлений для каждой мобильной платформы осуществляется посредством нативного api. Flutter — нативный фреймворк, поэтому всё, что приводит к персонифицированной разработке для каждой платформы является большой издержкой. Firebase для Flutter предоставляет универсальный интерфейс для отправки уведомлений.

Firebase cloud messaging позволяет отправлять push-уведомления в приложения с поддержкой дополнительного функционала [11].

В данной задаче важно использовать максимально удобные и гибкие инструменты по причинам снижения издержек при разработке компонентов пользовательского интерфейса и возможности оперативного редактирования локализации.

В качестве инструментов локализации использовалась связка удалённой конфигурации Firebase и плагина easy\_localization. Первый сервис позволяет без обновления приложения редактировать локализацию. Несмотря на то, что этот способ является предпочтительным, важно проработать сценарий, в котором получить данные через интернет не удастся. Плагин easy\_localization предоставляет набор удобных инструментов для локализации приложения без доступа к сети.

Для удобства интеграции локализации в пользовательский интерфейс написана вспомогательная функ-

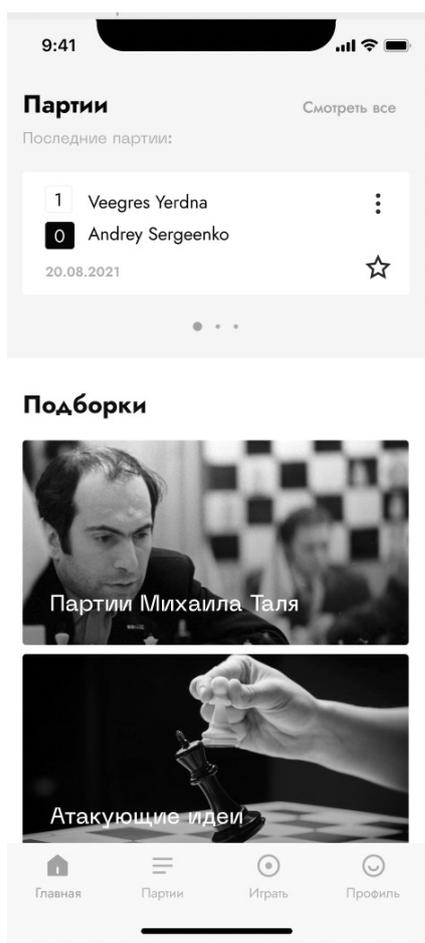


Рис. 2. Пример главной страницы

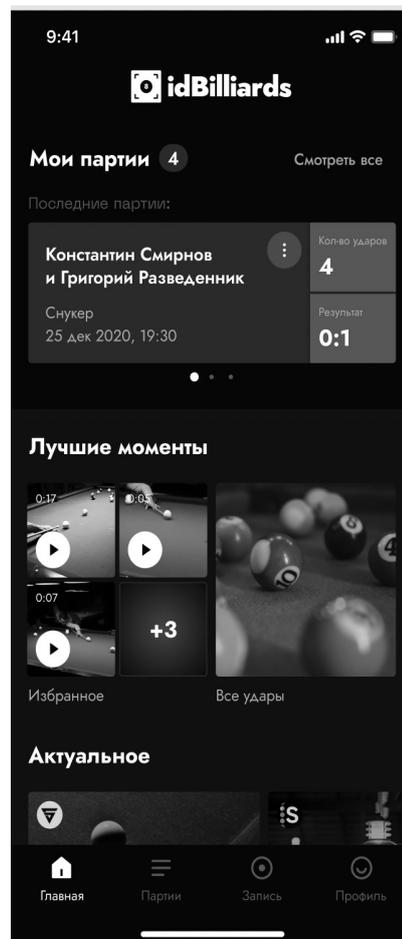


Рис. 3. Главная страница приложения для бильярда

ция, в которую внутри *ui* достаточно передать ключ из *json* файла.

Flutter предлагает два *api* для осуществления навигации в приложениях, которые принято называть *Navigator* и *Navigator 2.0*.

Первая версия полностью императивная. Она содержит в себе объект *Navigator*, который управляет *PageRoute*, являющимися привычными окнами в приложении или модальными окнами [12].

*Navigator* во всех случаях работает по принципу стека. Экран вверху стека видит пользователь.

Преимуществом первого подхода является простота в применении, а недостатком — слабые возможности. Второй подход позволяет реализовывать навигацию разной сложности, но обладает сложным интерфейсом взаимодействия. В качестве *Navigator* разработанных сервисов используется плагин *auto\_route* [13].

В приложении разработаны четыре секции: главная страница, список оцифрованных партий, запись партии и создание трансляций, профиль.

Главная страница (рисунок 2) представляет собой оцифрованную подборку интересных шахматных партий.

С их помощью можно изучать игры профессионалов, подмечать интересные ходы в рамках специально разработанного шахматного плеера, который предоставляет возможность ставить игру на паузу, ускорять или замедлять её, переворачивать доску, выбирать нужный ход и переключаться на состояние доски, актуальное на момент хода.

Когда у пользователя появятся собственные оцифрованные партии, на главной странице появится список из карточек с метаинформацией о последних трёх партиях. В данной секции можно редактировать данные о партии, добавлять её в избранное, делиться оциф-

рованной партией в форматах GIF и PGN. С этого экрана можно так же попасть в список всех оцифрованных пользователем игр.

Страница с партиями может быть в двух глобальных состояниях, когда она содержит оцифрованные партии, или сохранённые партии отсутствуют.

В первом состоянии на данном экране находится список карточек со всеми оцифрованными играми пользователя. Карточки обладают идентичным функционалом аналога с главной страницы, описанного выше.

Страница с бильярдными партиями может быть в таких же двух глобальных состояниях, как и в приложении для шахмат.

Ниже плеера расположена секция с анализом партии. Анализ производится посредством движка Stockfish.

На экране с записью партий пользователь может начать оцифровку своей партии, создание трансляции своей партии и подключение к уже созданному турниру.

При начальной настройке записи партии есть возможность заранее ввести данные о партии: имя игрока за белых; имя игрока за чёрных; название турнира; место проведения турнира; дата. Если пользователь решит создать трансляцию своей партии, то сможет сразу поделиться ссылкой на неё в социальных сетях. Страница профиля содержит информативные разделы, такие как информация о приложении, пользовательское соглашение.

Помимо ознакомительной информации в профиле присутствуют разделы с информацией о текущей подписке пользователя, его личных данных, которые можно редактировать и настройки приложения. Последние позволяют редактировать push-уведомления, например, выбрать время, в которое приложение напомнит пользователю потренироваться.

В разделе настройки присутствует возможность выбора параметров анализа партий.

Одной из самых важных отличительных особенностей приложения является возможность создавать турнирные трансляции. Администратор создаёт турнир в специально разработанном клиенте. Данный подход открывает доступ к ряду преимуществ. Подключиться к созданной трансляции можно через веб-браузер с любой платформы. Использование единой платформы для разработки мобильного приложения позволяет упростить взаимодействие между этими клиентами.

## Приложение для бильярда

В шахматах, для сохранения партий активно используется формат PGN — portable game notation. Он отлично подходит для решения задач по оцифровке игр. Благодаря распространённости и популярности, он применим ко множеству шахматных сервисов.

В бильярде, на данный момент не существует аналогичных форматов партий. Для разработанного приложения, после консультаций с функционерами в области бильярда, принято решение, после оцифровки игры предоставлять пользователю видеофрагменты с записанным звуком.

При разработке приложений сделан упор на создание модульных компонентов в дизайне, мобильной разработке и её серверной части. Это позволяет создать единый узнаваемый дизайн-стиль продуктов компании для разработки спорта.

Главная страница (рисунок 3) помимо незначительных отличий в дизайне, содержит набор актуальных новостей из мира бильярда, предварительный просмотр партий и лучших моментов пользователя.

Остальные экраны имеют аналогичный основной функционал.

Функционала трансляций нет в данном приложении, так как в большинстве бильярдных клубов отсутствует устойчивое интернет — соединение. В дальнейшем, если будет высокий спрос на данный функционал, будет рассмотрена возможность её интеграции в приложение.

Для оптимизации работы мобильного устройства во время продолжительной тяжелой нагрузки — записи видео, приложение предоставляет возможность выбрать качество записи.

## Заключение

Разработанные сервисы по оцифровке шахматных и бильярдных партий, посредством нейронной сети, переводят реальные игры в цифровой формат данных, который позволяет производить интеграции со сторонними сервисами и создавать собственные. В частности, в удобном формате сохранять любимые игры, делать статистические срезы в удобном формате и с максимальной точностью определять нарушения правил.

Приложение для оцифровки бильярда обладает схожей концепцией, но акцент в нём делается на лучшие удары. По завершении каждой партии пользователь получает нарезку с самыми яркими ударами, информацией

о партии и итоговому статистическому срезу о данной игре.

Созданные приложения idChess и idBilliards позволяют производить дальнейшую обработку оцифрованных партий, idChess и idBilliards прошли апробацию и активно распространяются.

На данный момент приложение idChess уже можно скачать в магазинах приложений AppStore и PlayMarket [14]. На данный момент множество турниров различных масштабов по всей стране оснащены idChess. С каждым днём у него появляются новые пользова-

тели, которые оставляют положительную обратную связь, а турниры в различных странах мира внедряют приложение.

Одной из ключевых будущих особенностей шахматного сервиса станет возможность определять невозможные ходы, что станет революцией в проведении турниров.

Эти сервисы положили начало линейке приложений idSport компании FriFlex. В дальнейшем, на базе разработанных платформ будут разработаны приложения для других спортивных дисциплин.

---

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Использование информационных технологий в спорте// [электронный ресурс]: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=5597>
2. Hawk-Eye //: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Hawk-Eye>.
3. Video Assistant Referee // [электронный ресурс]: <https://www.fifa.com/technical/football-technology/standards/video-assistant-referee>
4. Flutter Apps // [электронный ресурс]: <https://www.intelivita.com/blog/apps-made-with-flutter/>
5. Сравнение Flutter и React Native// [электронный ресурс]: <https://surf.ru/flutter-vs-react-native-cto-vybrat-dlya-vashego-mobilnogo-prilozheniya/>
6. React Native Apps// [электронный ресурс]: <https://fireup.pro/blog/9-amazing-mobile-apps-built-with-react-native>.
7. Ноек И.Д. Разработка мобильного приложения с использованием Framework Realm // Материалы Ежегодной межвузовской студенческой научной конференции ОЧУ ВО «Еврейский университет». Сборник тезисов. Москва, 2020. С. 324–331
8. История развития шахматных часов// [электронный ресурс]: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Шахматные\\_часы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Шахматные_часы).
9. DGT Board // [https://www.chessprogramming.org/DGT\\_Board](https://www.chessprogramming.org/DGT_Board).
10. Firebase crashlytics// <https://firebase.google.com/docs/crashlytics>.
11. Firebase cloud messaging// [электронный ресурс]: <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging>.
12. Navigator// <https://api.flutter.dev/flutter/widgets/Navigator-class.html>.
13. Flutter auto\_route plugin// [https://pub.dev/packages/auto\\_route](https://pub.dev/packages/auto_route).
14. idChess AppStore// [электронный ресурс]: <https://apps.apple.com/ru/app/idchess-play-and-learn-chess/id1464126978>.

---

© Ноек Игорь Дмитриевич (noekihar@gmail.com), Замера Эмма Николаевна (e\_zamega@uni21.org),  
Демичев Василий Анатольевич (vademichev@gmail.com), Блохина Ольга Анатольевна (ikafedra@yandex.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИСХОДНОГО КОДА СМАРТ-КОНТРАКТА МОРСКОГО КОНОСАМЕНТА С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

## RELIABILITY ASSESSMENT OF A SMART CONTRACT SEA BILL OF LADING

**E. Poleshchuk  
I. Shcherbinina  
S. Putilova**

*Summary.* To date, distributed ledger technology is integrated into many types of economic activity. Smart contracts are used in various business areas as a tool for implementing the terms of transactions in software form, ensuring the reliability and efficiency of electronic document management. However, the specificity of this technology is associated with the difficulties of making changes about detecting software defects. Therefore, the process of organizing testing of this software should take into account these features, as well as minimize the risks of information security. In this paper, the authors describe the procedure for testing a smart contract that implements the functions of a shipping contract for errors that may arise as a result of vulnerabilities in the smart contract code. Checking the execution of the smart contract logic is carried out by applying unit tests to individual code functions.

*Keywords:* information security, blockchain, smart contract, marine logistics, bill of lading, testing.

**Полещук Евгения Михайловна**

Аспирант, Морской Государственный Университет  
им. адм. Г.И. Невельского  
poleshuk@msun.ru

**Щербинина Инна Александровна**

К.п.н., доцент, Морской Государственный  
Университет им. адм. Г.И. Невельского  
shcherbinina@msun.ru

**Путилова Софья Евгеньевна**

Аспирант, Морской Государственный Университет  
им. адм. Г.И. Невельского

*Аннотация.* В настоящее время технология распределённого реестра внедрена во многие виды экономической деятельности. Смарт контракты используются в различных сферах бизнеса в качестве инструмента документирования условий сделок в электронном виде, обеспечивая надёжность и эффективность электронного документооборота. Специфика применения данной технологии состоит в сложности внесения изменений при обнаружении дефектов программного обеспечения. Следовательно, процесс организации проведения испытаний данного ПО должен учитывать эти особенности, а также максимально сократить риски информационной безопасности. В данной работе авторы описывают процедуру тестирования смарт-контракта, реализующего функции договора морских перевозок, на предмет ошибок, которые могут возникнуть в результате уязвимостей в коде смарт-контракта. Проверка исполнения логики смарт-контракта проводится посредством применения юнит-тестов к отдельным функциям кода.

*Ключевые слова:* информационная безопасность, блокчейн, смарт-контракт, морская логистика, коносамент, тестирование.

**О**беспечение качества программного продукта включает набор действий для проверки процессов обеспечения качества, таких как верификация, валидация, и формирование документа по управлению качеством.

В стандарте ISO 9126–01 выделяются внешние и внутренние характеристики качества. Первые отражают требования к программному продукту. Внутренние характеристики качества ПО используются при планировании путей достижения необходимых внешних характеристик качества для конечного программного продукта.

Окончательная оценка качества проводится в соответствии со стандартом ISO 15504–98. Качество может повышаться за счёт постоянного улучшения используемого продукта в связи с процессами обнаружения, устранения и предотвращения сбоев/дефектов [1].

Целью настоящей работы является анализ исходного кода, исследуемого смарт-контракта на предмет уязвимостей в коде.

В качестве метода исследования выбрано модульное тестирование программного обеспечения, при котором

анализу подвергаются отдельные блоки кода с целью проверки работоспособности каждой единицы. В данном случае в качестве программных единиц служат отдельные функции смарт-контракта [6].

### Описание объекта исследования

Объектом настоящего исследования является смарт-контракт, реализующий функции договора морского коносамента на базе технологии блокчейн. В традиционном понимании коносамент является весьма сложным по своей структуре документом и включает несколько участников процессов морских грузоперевозок. Смарт-контракт, реализующий функции такого договора, представляет сложную логику, и предназначен для представления условий договора морских грузоперевозок и исполнения его функций в электронном виде:

- ◆ идентификация участников цепочки поставки;
- ◆ ввод информации о состоянии груза;
- ◆ расписка перевозчика в получении груза для перевозки;
- ◆ подтверждение договора перевозки груза;
- ◆ передача прав на перевозимый груз.

Средства реализации, рассматриваемого смарт-контракта

- ◆ язык программирования: Golang;
- ◆ тип и версия операционной системы: Linux XFCE v. 21.1.2;
- ◆ блокчейн-платформа: Hyperledger Fabric.

Для реализации логики смарт-контракта Hyperledger Fabric использует понятие чейнкод, поэтому для проверки качества его исполнения применима общая логика тестирования смарт-контрактов.

Тем не менее необходимо учитывать узкую направленность договора морского коносамента (поля коносамента), а также особенности технологии (генерация блоков, формирование транзакций в соответствии с используемым протоколом консенсуса).

Таким образом, научная новизна данной работы заключается в оценке использования модульного метода тестирования в применении к специфическому программному обеспечению (смарт-контракту) на базе технологии блокчейн.

Чейнкод даёт возможность участникам цепочек контрактов получить автономность и независимость от третьих лиц и структур, а также обеспечивают иными преимуществами:

- ◆ надёжность;
- ◆ безопасность;

- ◆ точность;
- ◆ экономичность.

Однако, в случае возникновения ошибок или инцидентов информационной безопасности невозможно изменить чейнкод, развёрнутый в сети [3].

Таким образом, даже небольшая ошибка в логике чейнкода может привести к серьезным последствиям. Так, например, летом 2016 года крипто кошельки Ethereum были заблокированы из-за уязвимостей в смарт-контрактах. Хотя уязвимости можно было обнаружить на этапе тестирования до выпуска продукта на рынок.

При проведении испытаний чейнкода необходимо обеспечить максимально тщательную проверку следующих прецедентов:

- ◆ применение электронной подписи;
- ◆ наличие кода контракта и фиксация его изменений;
- ◆ предмет договора;
- ◆ инструменты, которые нужны для исполнения контракта;
- ◆ условия исполнения, зафиксированные в коде договора;
- ◆ события;
- ◆ ошибки и отправка сообщений;
- ◆ изменений состояния договоров, а также их баланса.

При этом необходимо смоделировать и учитывать все возможные условия, заложенные в логике договора:

- ◆ какие события должны инициироваться;
- ◆ какие методы должны выполняться;
- ◆ как изменяется состояние контракта;
- ◆ какую ошибку вызывать;
- ◆ проверить отправителя сообщения и правильность использования текущего времени [4].

В таком случае для тестирования чейнкода создаётся набор эталонных вызовов методов в предопределённом окружении, для которых прописываются ожидаемые результаты [7].

Для достижения поставленной цели данной работы определены следующие задачи:

- ◆ сформировать список функций, содержащихся в коде рассматриваемого смарт-контракта;
- ◆ для каждой функции кода написать функцию тестирования. Полученные функции кода скомпилировать в файл-скрипт;
- ◆ провести тестирование смарт-контракта посредством юнит-тестов;
- ◆ сделать выводы о работе функций код смарт-контракта.

```

bash-5.0# peer chaincode query -C konosamentchannel -n konosament -c
 '{"Args": ["GetPrivateBlockById", "PersonalDirection_and_TrustedSide",
 "DeliveryParameters"]}'
 {"Delivery":{"Composition":"полный состав","DeliveryBookingNumber":"C
arrier #1","BillOfLadingNumber":"Bill of lading #1","DeliveryAddress"
:"Some city and street","PurchaseOrder":"Purchase #1","BookingData":
"Date of the order is 01.06.2021","Equipments":[{"EquipmentNumber":"Eq
uipment #1","EquipmentType":"коробки","CarrierBookingNumber":"Carrier
 #1"}],"ShipMents":[{"OriginCountry":"Russia","DestinationCountry":"C
hina"}]},"UsersCount":1,"PD_pubkey":"MIICGgKCAgEAqDgMTTUeEsTa79MuIhrt
kgy9nsdeYQTY8Rr0wePiIJWzsPqEirm+Y0FjhvuvMIzA400SMLtt00PnLM0KvQX1aQBpI
9K1IquaEaRjUGIH21myjcyjYGRfFm9wASLC74LYG0d1WLV0MC4Fag1scWYawv3ICy+A+fW
XZ1dDJ6CtXqADANsajoyIkpjQo01BZaIfDVDokt6MNoUgOLKKGKJhHvQKgmrvaneFwM8De
rbGud0W1t6J28565tBxp/MsEQ7wYD1zSwmGGu/6aI7D0PbweArh0hfZ70UnIkNpr8bh2y
FNyt8Hu6e028SphYhquA+ka8pLgKwFupW7u6B+ewLLiJas52eqmM5oGuGRF9842D2tNb/
Gc3mi+xf8XFgmK6MaCz1MyvmFk1ljSl0a4cC88odmadG16fskeuY8woA0+PF8+WKK9mtq
D0xL5InImzV2X2Aw/5cHcyEVFSiuFjXEejzT5Fv8BnBGLSfUkXwk1Usd3tRUduRKXfmuG
OMPYJgGxa6Antuv211loDujOhIfnzBd/fLMv0S0ieWRev8D+ekck0i27I5x4gRbkHR/uL
irdLeVzPApy7g0yP6PuM3Pk0doTtZlejvpaICbGcdjqYvT1UPvHmenauEYgTAre69VaHm
Nkfn6Ly0Pc4jSJ6jWMpmo8QaoF4NHdmxUPx9bhGGkKCAwEAAQ=="}

```

Рис. 1. Запрос переданных параметров на стороне Т

При тестировании рассматриваемого смарт-коносамента мы использовали юнит-тесты. Для каждой вызываемой функции чейнкода написана отдельная функция для тестирования. В них указывается, какая именно функция вызывается, поскольку на каждом узле вызывается определённый набор команд [2].

Таким образом, для проведения данного тестирования мы имеем систему, которая состоит из файла-скрипта, содержащего исходный код рассматриваемого смарт-контракта, и файла-скрипта, содержащего функции тестирования отдельных функций кода.

Функции тестирования запускаются с помощью команд вида "go test", посредством командного интерпретатора BASH. С помощью bash производится чтение команд из файла-скрипта.

Запуск команды происходит из окружения контейнера узла сети. Команда `screen -S user1_term` выполняет вход в консоль узла user1.

Рассмотрим процесс отправки данных от одного пользователя сети к другому. В данном случае рассмотрим отставку параметров цепочки поставки пользователем PD стороне Т. Доступ пользователям сети к отдельным категориям данных предоставляется согласно матрице разрешений. Для обеспечения хранения и извлечения информации в блокчейн-сети для авторизованных одноранговых узлов используется механизм создания коллекций приватных данных, которые позволяют определённому подмножеству организаций на канале поддерживать, фиксировать или запрашивать частные данные без необходимости создавать отдельный канал

взаимодействия. Для отправки параметров цепочки поставки реализована функция `SendDeliveryParameters`, которая выполняется с помощью следующей команды:

```

peer chaincode invoke -o orderer.smart-konosament.com:7050 --tls true --cafile $ORDERER_CA -C
konosamentchannel -n konosament -c '{"function":
"SendDeliveryParameters","Args": []}'

```

Метод `Invoke` вызывается при обращении к любой функции чейнкода. При этом первый элемент массива при вызове `Invoke` содержит название функции чейнкода, так как через метод `Invoke` проходит вызов любого метода чейнкода. В этом методе идет работа с состоянием смарт-контрактов [5].

Запрос переданных параметров на стороне Т:

```

peer chaincode query -C konosamentchannel
-n konosament -c '{"Args": ["GetPrivateBlockById",
"PersonalDirection_and_TrustedSide",
"DeliveryParameters"]}'

```

Как видно, данная команда ссылается на определение коллекции приватных данных только для пользователей PD и Т.

Результат выполнения запроса представлен на рисунке 1.

Для проверки работы функции отправки параметров цепочки поставки реализована функция `TestSendDeliveryParameters`, которая выполняется с помощью следующей команды:

Таблица 1. Тестирование функций чейнкода морского коносамент

№ п/п	Функция чейнкода	Результат функции
Функция чейнкода	CreateGenesisBlock	Формирование нулевого блока
Функция теста	TestCreateGenesisBlock(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.248 s
Функция чейнкода	SendDeliveryParametrs	Отправка параметров цепочки поставки
Функция теста	TestSendDeliveryParametrs(t *testing.T)	OK Command-line arguments 2.193 s
Функция чейнкода	GenerateKeyPair	Генерация ключевой пары
Функция теста	TestGenerateKeyPair(t *testing.T)	OK Command-line arguments 1.991 s
Функция чейнкода	SendPublicKey	Отправка открытого ключа
Функция теста	TestSendPublicKey(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.089 s
Функция чейнкода	SignTransactionsAndGenerateBlockQ	Подписание транзакций и генерации блока
Функция теста	TestSignTransactionsAndGenerateBlockQ (t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.097 s
Функция чейнкода	GenerateUserID	Генерация параметра пользователя сети
Функция теста	TestGenerateUserID(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.083 s
Функция чейнкода	SendGenerAndPublicKey	Отправка сгенерированного параметра и публичного ключа в зашифрованном виде
Функция теста	TestSendGenerAndPublicKey(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.120 s
Функция чейнкода	SendUsersID	Отправка списка идентификаторов пользователей в зашифрованном виде
Функция теста	TestSendUsersID(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.087 s
Функция чейнкода	GenerateListOfSignedDocuments	Формирование списков подписанных документов
Функция теста	TestGenerateListOfSignedDocuments (t *testing.T)	OK Command-line arguments 1.177 s
Функция чейнкода	SendPrivateKey	Отправка закрытого ключа
Функция теста	TestSendPrivateKey(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.175 s
Функция чейнкода	VerifySignedDocuments	Проверка подписанных документов
Функция теста	TestVerifySignedDocuments(t *testing.T)	OK Command-line arguments 21.839 s
Функция чейнкода	ResendSignedDocumentAndGeneratedParametr	Пересылка пользователям зашифрованных подписанных документов и сгенерированных параметров
Функция теста	TestResendSignedDocumentAndGeneratedParametr(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.096 s
Функция чейнкода	SendGeneratedParametrs	Отправка сгенерированных параметров пользователей
Функция теста	TestSendGeneratedParametrs(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.519 s
Функция чейнкода	SendDocumentAndGeneratedParametr	Отправка подписанного документа и сгенерированных параметров пользователей в зашифрованном виде

№ п/п	Функция чейнкода	Результат функции
Функция теста	TestSendDocumentAndGeneratedParametr (t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.139 s
Функция чейнкода	ZKP_Proof	Запрос верификации секретного значения s. Посредством выполнения данной функции пользователи отправляют свои секретные ключи, сгенерированные параметры и идентификаторы стороне T в зашифрованном виде, используя доказательство с нулевым разглашением
Функция теста	TestZKP_Proof(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.101 s
Функция чейнкода	ZKP_Verify	Верификация значения секретного s в доказательстве с нулевым разглашением
Функция теста	TestZKP_Verify(t *testing.T)	OK Command-line arguments 0.127 s

```
bash-5.0# go test smart-konosament_test.go -v -run TestSendDeliveryParameters -marble="$MARBLE"
=== RUN TestSendDeliveryParameters
--- PASS: TestSendDeliveryParameters (2.19s)
PASS
ok      command-line-arguments  2.193s
```

Рис. 2. Тестирование функции отправки параметров цепочки поставки

```
export MARBLE=$(echo -n '{"Composition":
"полный состав", "CarrierBookingNumber":
"Carrier № 1", "BillOfLadingNumber": "Bill of lading
№ 1", "DeliveryAddress": "Some city or street",
"PurchaseOrder": "Purchase № 1", "BookingData":
"Date of the order is 01.06.2021", "EquipmentNumber":
"Equipment № 1", "EquipmentType": "коробки",
"OriginCountry": "Russia", "DestinationCountry":
"China", "Users": ["User1", "User2", "User3"]}' |
base64 | tr -d \n)
```

```
go test smart-konosament_test.go -run
SendDeliveryParameters -marble="$MARBLE"
```

Мы рассмотрели процесс тестирования функции отправки параметров цепочки поставки SendDeliveryParameters с помощью функции теста TestSendDeliveryParameters(t \*testing.T). В рамках данной работы такие юнит-тесты для каждой функции кода, рассматриваемого смарт-контракта.

В таблице 1 приведены функции, реализованные в чейнкоде морского коносамент, а также их определения. Для каждой функции чейнкода приведена функция тестирования и результат ее выполнения.

Тесты реализуются посредством вызова команд вида «peer chaincode invoke», в результате выполнения которых проверяется код ошибки. Таким образом функция, реализованная в смарт-контракте вызывается командой вида «peer chaincode invoke», а функция для её тестирования командой вида «go test smart-konosament\_test.go -run». Пример тестирования функции «SendDeliveryParameters» приведен на рисунке 2.

В результате был написан и протестирован смарт-контракт, реализующий договор морского коносамент Smart-konosament. Тесты для проверки работы каждой функции объединены в конфигурационный файл Smart-konosament\_Test, взаимодействующий со смарт-коносаментом напрямую с использованием инструментов языка программирования Golang, что в целом положительно сказалось на скорости тестирования чейнкода.

Положительный результат тестирования позволяет сделать вывод об исполняемости смарт-коносамент. Данный смарт-контракт может быть использован для организации процессов документирования морских перевозок в электронном виде на базе технологии распре-

деленного реестра. Также данный контракт может быть взят за основу для дальнейшей разработки других форм документов морской логистики.

В результате тестирования выданы следующие рекомендации:

- ♦ аудит информационной безопасности, подразумевающий тестирование смарт-контракта на компьютерные атаки;
- ♦ реализация механизма взаимодействия данного чейнкода с другими смарт-контрактами, обеспечивающими функционирование банков и других систем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петрухин, В.А. Методы и средства инженерии программного обеспечения: курс лекций / Петрухин В.А., Лаврищева Е.М. — Москва: Интуит НОУ, 2016. — 467 с.
2. Testing Smart Contracts — Режим доступа: <https://yos.io/2020/07/09/testing-smart-contracts/> (дата обращения: 20.08.2021)
3. A simple guide for how to write unit tests for smart contracts — Режим доступа: <https://medium.com/upstate-interactive/a-simple-guide-for-how-to-write-unit-tests-for-smart-contracts-8ec4b645f57b> (дата обращения: 18.08.2021).
4. Тестирование блокчейн: как обеспечить качество смарт-контрактов в dApp — Режим доступа: <https://www.a1qa.ru/blog/testirovanie-blockchain-kak-obespechit-kachestvo-smart-kontraktov-v-dapp/> (дата обращения: 25.08.2021)
5. Разработка и тестирование смарт-контрактов Hyperledger Fabric — Режим доступа: <https://habr.com/en/post/426705/> (дата обращения: 25.08.2021)
6. Ицыксон, В.М. Технологии выборочного регрессионного тестирования / В.М. Ицыксон, М.Х. Ахин // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем, Ставрополь, 21–22 марта 2011 года / Даугавпилсский университет, Латвия, Европейский Союз Белорусский государственный университет, Беларусь Днепрпетровский университет экономики и права, Украина Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Северо-Кавказский государственный технический университет Ставропольский государственный университет Ставропольский государственный аграрный университет. — Ставрополь: Издательство “АГРУС”, 2011. — С. 248–251. — EDN TRZBNJ.
7. Гылыжов, Б. Шаблоны тестирования программного обеспечения / Б. Гылыжов, Н.И. Томилова // Инновации. Наука. Образование. — 2021. — № 26. — С. 1688–1699. — EDN XIBNTM.

© Полещук Евгения Михайловна (poleshuk@msun.ru),

Щербинина Инна Александровна (shcherbinina@msun.ru), Путилова Софья Евгеньевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ВИРТУАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ ВУЗА

## PROCESSING AND TRANSFER OF VIRTUAL DATA IN COMPUTER COMPLEXES AND COMPUTER NETWORKS OF THE UNIVERSITY

**O. Riabovicheva**  
**O. Romashkova**  
**T. Ermakova**  
**S. Chiskidov**

*Summary.* Existing information processes of processing and transmission of virtual data are considered. The obtained results of the development of models for the functioning of the software system of virtual reality and multimedia communication of participants in the educational process at the university are presented.

*Keywords:* virtual data, computing systems, computer network, functionality model.

**Рябовичева Оксана Викторовна**

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)» г. Москва  
ksana-meleshkina@rambler.ru

**Ромашкова Оксана Николаевна**

Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС)» г. Москва  
ox-rom@yandex.ru

**Ермакова Татьяна Николаевна**

К.т.н., доцент, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)» г. Москва  
ermaktat@bk.ru

**Чискидов Сергей Васильевич**

К.т.н., доцент, ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России» г. Химки  
chis69@mail.ru

*Аннотация.* Рассмотрены существующие информационные процессы обработки и передачи виртуальных данных. Представлены полученные результаты разработки моделей функционирования программной системы виртуальной реальности и мультимедийного общения участников образовательного процесса в вузе.

*Ключевые слова:* виртуальные данные, вычислительные комплексы, компьютерная сеть, модель функционирования.

## Введение

**В** последние годы, с одной стороны, возросли объемы виртуальных данных (ВД), применяющихся для информационного взаимодействия и управления в сфере высшего образования, а с другой, — процесс комплексной автоматизации обработки и передачи данных в вычислительных комплексах и компьютерных сетях технических вузов полностью не решен. Таким образом, актуальность настоящего исследования обусловлена отсутствием комплексных программных средств поддержки процессов обработки и передачи виртуальных данных в вычислительных комплексах и компьютерных сетях вуза [1, 2].

Исследование проводилось на примере федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Академия гражданской защиты Министерства Российской Феде-

рации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (АГЗ МЧС России).

Целью исследования является повышение эффективности и качества обработки виртуальных данных в вычислительных машинах, комплексах и компьютерных сетях АГЗ МЧС России путем анализа и разработки современных программных средств, моделей и алгоритмов.

Виртуальные данные (цифровые) — это форма представления объектов и событий реального мира в цифровом виде, смоделированная для технологического использования в виртуальной информационной среде.

ВД, используемые для информационного взаимодействия в АГЗ МЧС России, классифицируются следующим образом:

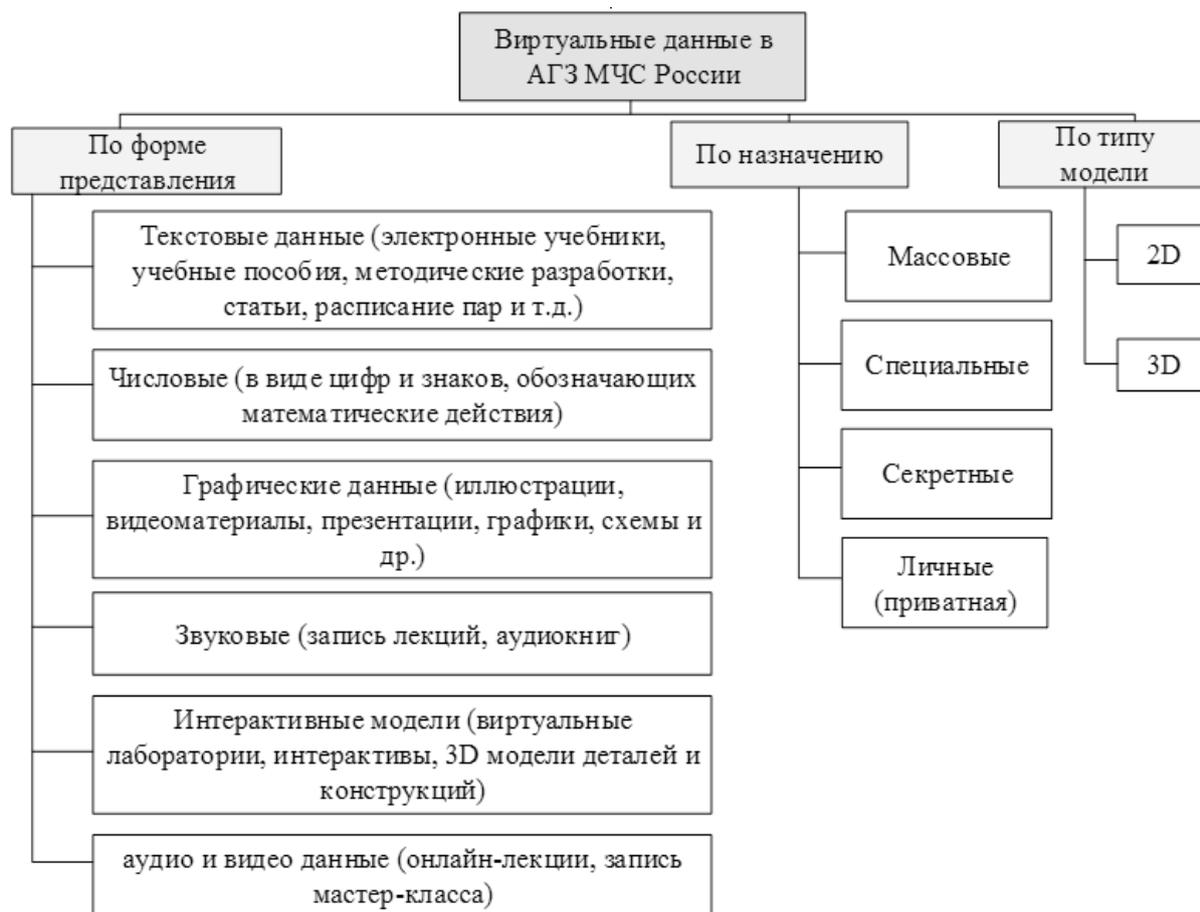


Рис. 1. Классификация ВД в АГЗ МЧС России

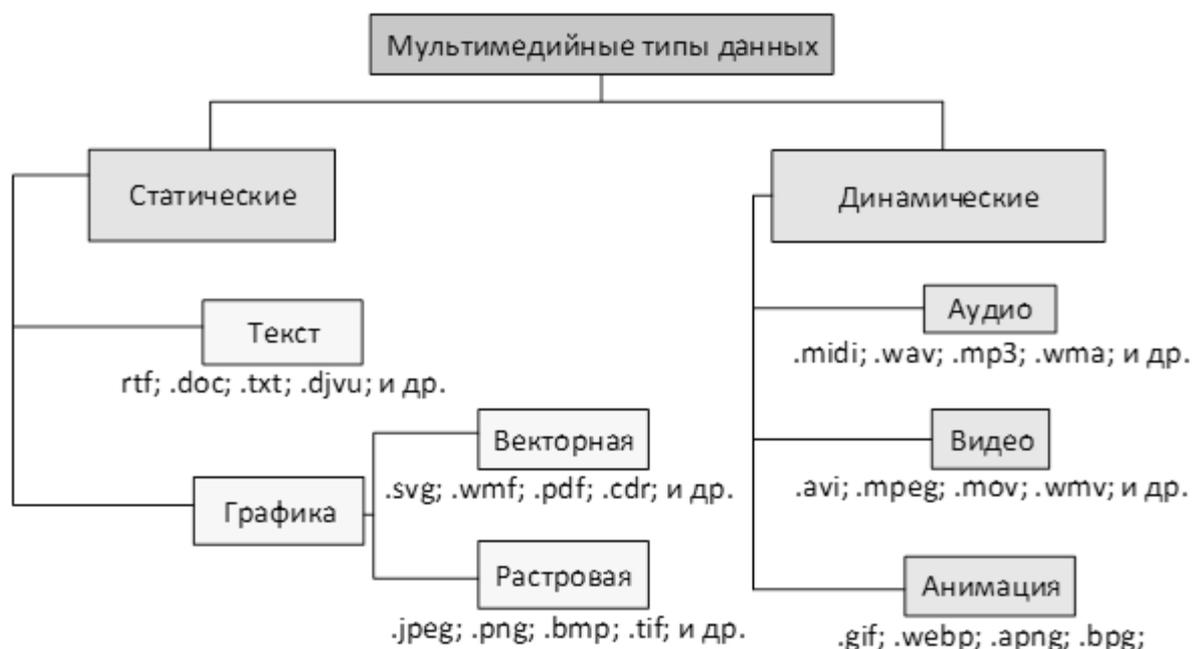


Рис. 2. Классификация мультимедийных типов данных и форматы их представления

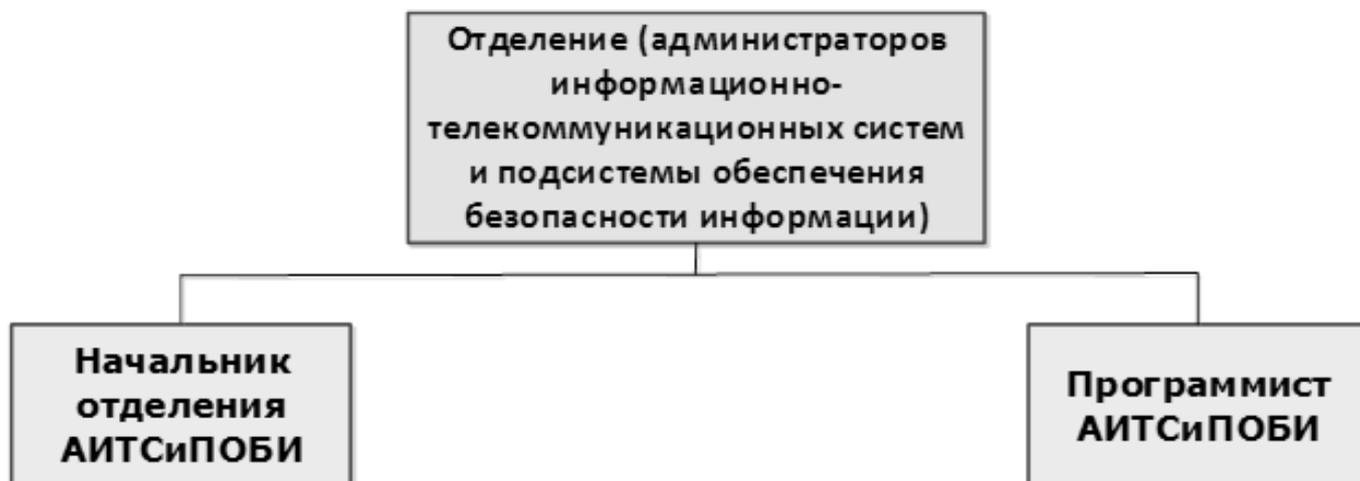


Рис. 3. Организационная структура отделения администраторов информационно-телекоммуникационных систем и обеспечения безопасности информации ТКЦ АГЗ МЧС России

1. По форме представления;
2. По назначению;
3. По типу модели.

На рисунке 1 представлена классификация виртуальных данных информационного взаимодействия в АГЗ МЧС России.

При такой классификации виртуальных данных, в свою очередь, можно заключить, что виртуальные данные, используемые в вузе, по форме представления есть не что иное, как мультимедийные типы данных (ТД) [3, 4]. Их классификация, а также форматы представления изображены на рисунке 2.

В общем случае мультимедийные типы данных можно разделить на статические и динамические. Статические ТД включают в себя текст и графику, которая в свою очередь подразделяется на векторную и растровую. Динамические ТД включают аудио, видео и анимацию.

Управление таким разнообразием виртуальных данных, учет запросов на их распределение и использование в ходе обеспечения образовательного процесса и управленческой деятельности в АГЗ МЧС России является непростой задачей.

Для решения такой задачи в АГЗ МЧС России создан телекоммуникационный центр (далее ТКЦ).

#### Схема информационных потоков ТКЦ АГЗ МЧС России

Во главе ТКЦ стоит начальник. Ему подчиняется заместитель начальника ТКЦ и оперативный дежурный. У за-

местителя начальника ТКЦ в подчинении находятся отдел связи и АСУ (СиАСУ), отдел программно-технического обеспечения и ремонта, отделение технических систем, а также отделение оповещения и видеоконференцсвязи.

Работой с контентом, содержащем ВД Академии, выполнением их обновления, а также распределением ВД занимаются должностные лица отделения Администраторов информационно-телекоммуникационных систем и подсистемы обеспечения безопасности информации (далее АИТСиПОБИ), а именно начальник, и программист (рисунок 3).

Далее необходимо рассмотреть схему информационных потоков в отделении Администраторов информационно-телекоммуникационных систем и подсистемы обеспечения безопасности информации, связанных с обработкой, хранением и использованием ВД в вычислительных комплексах и компьютерной сети, которые обеспечивают передачу информации между должностными лицами (далее дл) отделения и структурными подразделениям АГЗ МЧС России (рисунок 4).

Анализ существующих процессов обработки и хранения ВД в АГЗ МЧС России был выполнен с помощью методологии функционального моделирования IDEF0 и IDF3 в среде инструментального средства CA ERWin Process Modeler.

На рисунке 5 представлена модель функционирования, отражающая процессы деятельности по обработке, хранению и использованию ВД в АГЗ МЧС России.

На контекстной диаграмме верхнего уровня основными входными ресурсами являются:



Рис. 4. Схема информационных потоков в АИТСИПОБИ, связанных с обработкой, хранению и использованию ВД в вычислительных комплексах и компьютерной сети в Академии

- ◆ контент, содержащий ВД;
- ◆ запрос на использование ВД и др.

Выходными данными являются:

- ◆ отчет о результатах распределения и использования ВД;
- ◆ отчет по обработке заявок на техническую поддержку.

Далее была построена контекстная диаграмма уровня А0 в нотации IDEF0 (рисунок 6).

В первую очередь, для осуществления деятельности по обработке, хранению и использованию ВД в АГЗ МЧС России необходимо выполнить анализ и учет контента, содержащего ВД [5, 6].

После сбора всего контента, содержащего ВД, выполняется его учет, и выходными данными этого функционального блока будут сведения об актуальном контенте, содержащем ВД, и протокол ошибок при размещении контента с БД. Затем сведения об актуальном контенте, а также запрос на использование ВД обрабатывается, и заполняется журнал учета регистрации запросов на обновление контента ВД.

Начальнику отдела СИАСУ поступают сведения о распределении и использовании ВД, а также расписание учебных занятий для того, чтобы он (начальник) обеспечил распределение и использование ВД. Контролирует этот процесс начальник отделения АИТСИПОБИ.

Завершающим процессом осуществления деятельности по обработке, хранению и использованию ВД является процесс учета заявок на техническую поддержку (ТП). Заявка на ТП поступает из всех структурных подразделений АГЗ МЧС России от пользователей, которые используют контент, содержащий ВД.

Основным процессом является процесс обеспечения распределения и использования ВД. На рисунке 7 изображена диаграмма описания последовательности этапов работ процесса «Обеспечить распределение и использование ВД», разработанная с использованием методологии IDF3.

Входным ресурсом процесса определения обновляемых данных об использовании контента ВД является расписание учебного процесса. После получения расписания формируются сведения о распространении и использовании ВД, которые поступают в модуль (J2),

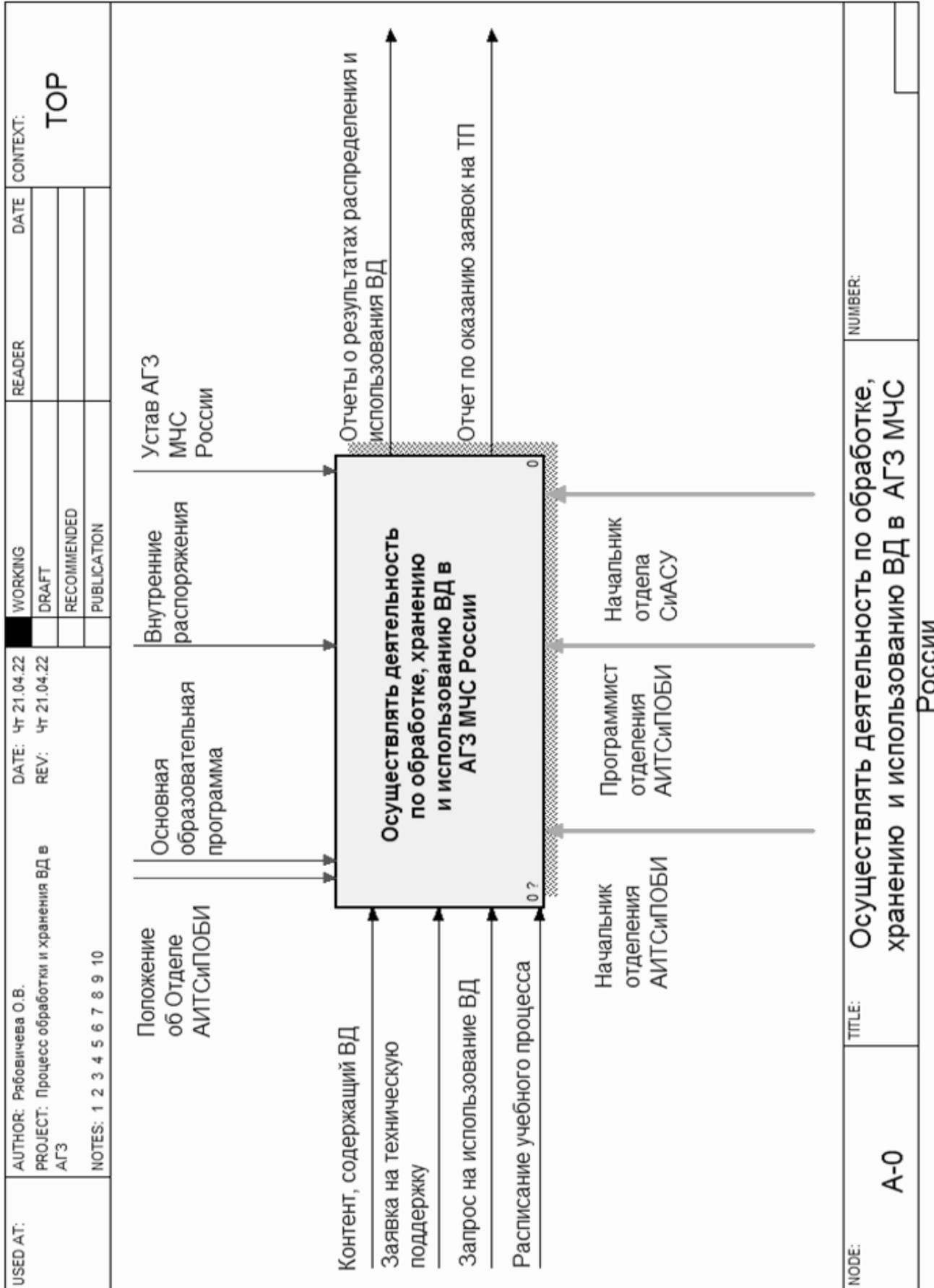
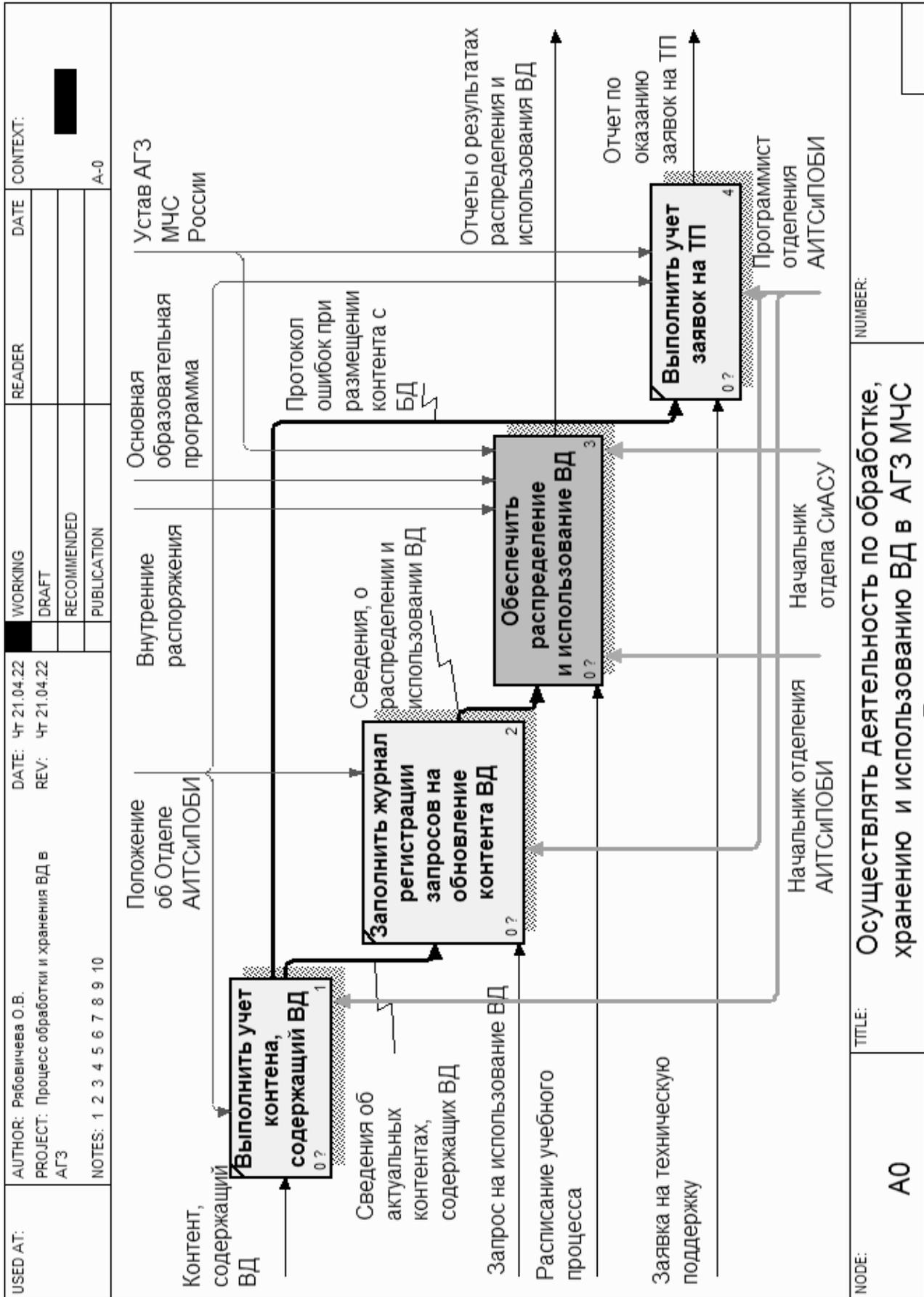


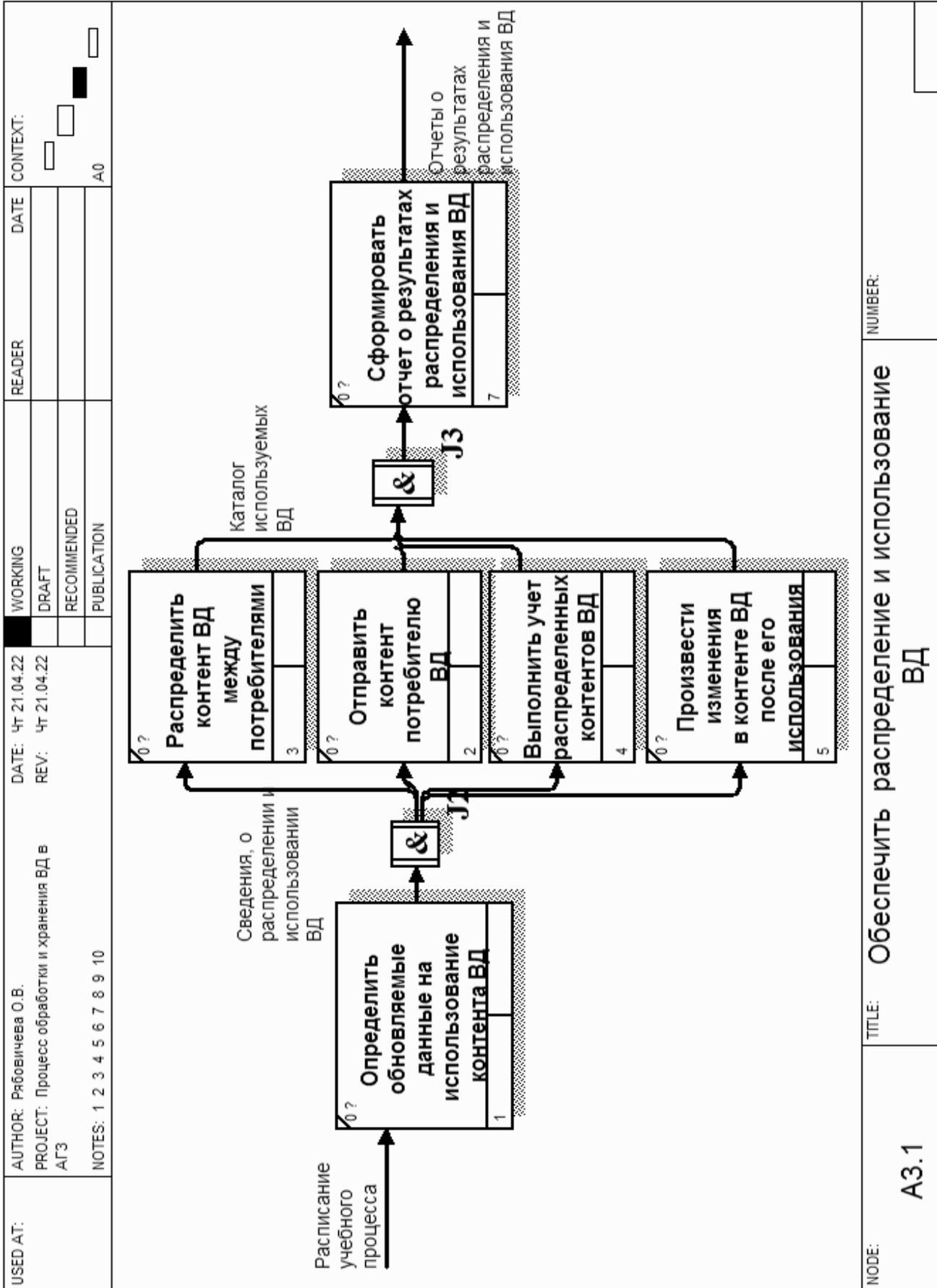
Рис. 5. Модель функционирования по осуществлению деятельности по обработке, хранению и использованию ВД в АГЗ МЧС России



NUMBER:  
 TITLE: **Осуществлять деятельность по обработке, хранению и использованию ВД в АГЗ МЧС России**

NODE: **А0**

Рис. 6. Контекстная диаграмма уровня А0



NODE: **A3.1** TITLE: **Обеспечить распределение и использование ВД** NUMBER:

Рис. 7. Диаграмма описания последовательности этапов процесса «Обеспечить распределение и использование ВД»

где производится выполнение таких процессов, как: «распределить контент ВД между потребителями», «отправить контент потребителю ВД», «выполнить учет распределенных ВД» и «произвести изменения в контенте ВД после его использования». Далее после выполнения всех операций формируется каталог используемых ВД.

Программист отдела формирует отчет о результатах распределения и использования ВД. Сформировавшийся отчет потребует начальнику отделения для дальнейшего анализа и внесения корректировок.

Таким образом, разработанная модель функционирования системы обработки и передачи виртуальных

данных в вычислительных машинах, комплексах и компьютерной сети АГЗ МЧС России легла в основу создания моделей баз данных и формирования требований к будущей информационной системе вуза [7, 8].

### Заключение

Разработанные модели процессов функционирования программной системы виртуальной реальности и мультимедийного общения участников образовательного процесса в вузе являются основой для создания полноценной и актуальной информационной системы для повышения эффективности и качества передачи и обработки виртуальных данных в АГЗ МЧС России.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлюк В.Р., Ермакова Т.Н., Чискидов С.В. Актуальные проблемы автоматизации процесса обучения людей старшего возраста // Вестник Брянского государственного технического университета. 2020. № 1 (86). С. 40–49.
2. Антониов А.А., Нестеров А.В., Ермакова Т.Н. Применение теории устойчивых паросочетаний для автоматизации выбора образовательной траектории в электронном обучении // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 4–2. С. 18–22.
3. Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А., Василюк И.П. Линейное ранжирование показателей оценки деятельности вуза // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2018. Т. 14. № 1. С. 245–255.
4. Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А. Модель эффективного управления объединенной образовательной системой (структурой) // В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2017. С. 16–18.
5. Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А., Василюк И.П. Применение инфокоммуникационных технологий для анализа показателей рейтинговой оценки вуза // В книге: Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2018. С. 65–68.
6. Gaidamaka, Y.V., Romashkova, O. N., Ponomareva, L.A., Vasilyuk, I.P. Application of information technology for the analysis of the rating of university // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings 8. Сер. "ITMM 2018 — Proceedings of the Selected Papers of the 8th International Conference "Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems"" 2018. С. 46–53.
7. Ромашкова О.Н., Ломовцев Р.С., Пономарева Л.А. Компьютерная поддержка принятия управленческих решений для образовательной системы регионального уровня // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. № 67. С. 50–58.
8. Ермакова Т.Н., Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А. Модернизированная структура управления образовательной системой // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 6 (79). С. 84–91.

© Рябовичева Оксана Викторовна (ksana-meleshkina@rambler.ru), Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru),

Ермакова Татьяна Николаевна (ermaktat@bk.ru), Чискидов Сергей Васильевич (chis69@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ БОЛЬШОЙ ПОДКОЖНОЙ ВЕНЫ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ДОСТУПЕ НА ВНУТРЕННЮЮ ЛОДЫЖКУ

## METHOD FOR PREVENTION OF DAMAGE TO GREAT SAPHENOUS VEIN IN SURGERY ACCESS TO INTERNAL ANKLE

**E. Kukushkin  
V. Midlenko  
O. Midlenko**

*Summary.* Purpose of the study: to develop a method for preventing damage to the great saphenous vein (GSV) during operative access to the internal malleolus.

**Materials and Methods.** We observed 287 patients with closed ankle fractures who were operated on at the Clinical Hospital No. 6 named after G.A. Zakharyin, Penza. Patients were initially divided into 2 groups. Group 1—130 patients operated on for an injury to the medial malleolus with iatrogenic damage to the great saphenous vein. group 2—157 people operated on using the developed method to prevent damage to the vein. In the second group, two subgroups subsequently emerged. The first subgroup: 150 people who did not have damage to the great saphenous vein and the second subgroup, where, despite the use of the method we developed, nevertheless, damage to the great saphenous vein was noted intraoperatively.

**Results of the study.** In patients operated on for ankle fractures, using the developed method to prevent damage to the great saphenous vein, the risk of iatrogenic vascular injury was reduced by 25 times, compared with patients where this method was not used.

**Conclusion.** The use of the method developed by us to prevent damage to the great saphenous vein significantly reduces the risk of iatrogenic injury to the vessel during surgical access to the internal malleolus.

*Keywords:* great saphenous vein, ankle fracture.

**Кукушкин Евгений Петрович**

Врач травматолог-ортопед, врач ультразвуковой диагностики, Городское бюджетное учреждение здравоохранения клиническая больница № 6 имени Г.А. Захарьина, г. Пенза  
ker131289@gmail.com

**Мидленко Владимир Ильич**

Д.м.н., профессор, Ульяновский государственный университет

**Мидленко Олег Владимирович**

Профессор, Ульяновский государственный университет

*Аннотация.* Цель исследования: разработать способ предупреждения повреждения большой подкожной вены (БПВ) при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку.

**Материалы и методы.** Наблюдали 287 пациентов с закрытыми переломами лодыжек, которые были оперированы в клинической больнице № 6 им. Г.А. Захарьина города Пензы. Пациенты изначально были разделены на 2 группы. 1 группа — 130 пациентов, оперированных по поводу травмы внутренней лодыжки с ятрогенным повреждением большой подкожной вены. 2 группа — 157 человек оперированных с использованием разработанного способа предупреждения повреждения вены. Во второй группе впоследствии выделилось две подгруппы. Первая подгруппа: 150 человек, у которых не было повреждения большой подкожной вены и вторая подгруппа, где, несмотря на использование разработанного нами способа, тем не менее, отмечалось повреждение большой подкожной вены интраоперационно.

**Результаты исследования.** У пациентов, оперированных по поводу переломов лодыжек, с использованием разработанного способа предупреждения повреждения большой подкожной вены, риск ятрогенной травмы сосуда снижался в 25 раз, по сравнению с пациентами, где данный способ не применялся.

**Вывод.** Использование разработанного нами способа предупреждения повреждения большой подкожной вены, значительно снижает риск ятрогенной травмы сосуда во время оперативного доступа на внутреннюю лодыжку.

*Ключевые слова:* большая подкожная вена, перелом лодыжек.

## Введение

**Б**ольшинство операций при переломах медиальной лодыжки в силу анатомических особенностей зоны вмешательства создают условия для ятрогенного повреждения большой подкожной вены в месте, где она проходит около внутренней лодыжки. В настоящее время оперирующие врачи практически не придают этому значения и при повреждении большой подкожной вены ограничиваются гемостазом, путём ее перевязки. [1]. Но этого в свою очередь приводит к нарушению и изменению кровотока в венах нижней конечности, и развитию таких заболеваний, как венозная недостаточность нижней конечности. Поэтому, представляется целесообразным уделять внимание профилактике ятрогенных повреждений большой подкожной вены, а для этого нужно разработать способ предупреждения повреждения большой подкожной вены. [2–9].

**Актуальность проблемы:** В доступной литературе при изучении оперативных доступов на внутреннюю лодыжку вскользь говорится о возможном повреждении большой подкожной вены, не делая акцент о развитии возможных осложнений. На основании изученных данных, сформированы и отобраны положения, которые легли в основу формирования способа, который помогает предупредить повреждение большой подкожной вены при оперативных доступах на внутреннюю лодыжку. Использование данного способа в любой клинике, где есть ультразвуковое оборудование и проводятся операции на лодыжках, позволит значительно снизить риск повреждения большой подкожной вены, а, следовательно, и развития постоперационных осложнений. [10].

## Цель исследования

Разработать способ предупреждения повреждения большой подкожной вены при оперативном доступе на внутреннюю лодыжку.

## Материалы и методы:

Мы наблюдали 287 пациентов с закрытыми переломами лодыжек, которые были прооперированы в клинической больнице № 6 им. Г.А. Захарьина города Пенза в период с 2016 по 2020 гг. Критериями исключения из исследования были:

1. Закрытая травма (при открытых повреждениях происходило повреждение подкожных сосудов на разных уровнях в момент травмы, и данные были не объективными).
2. Выполнение оперативного вмешательства (при консервативном введении исключалось повреждение БПВ врачом).

3. Изначальное отсутствие признаков венозной недостаточности нижних конечностей (исключалось на этапе предоперационной подготовки при выполнении УЗИ сосудов, клинического осмотра, лабораторных анализов и в дальнейшем исследовании такие пациенты не участвовали).

В первой группе сравнения были 130 человек, у которых произошло интраоперационное повреждение большой подкожной вены.

Вторую группу сравнения составили 157 пациентов, у которых во время операции применялся разработанный способ предупреждения повреждения большой подкожной вены.

У всех наблюдавшихся нами пациентов в послеоперационном периоде оценивались признаки постоперационных осложнений, связанных с повреждением большой подкожной вены во время доступа на внутреннюю лодыжку. Всем пациентам проводились стандартные лабораторные исследования, в том числе исследование свертывающей системы крови. Продолжались профилактические мероприятия по предотвращению образования тромбов. С целью объективизации данных всем пациентам проводилось ультразвуковое исследование венозной системы нижних конечностей с помощью аппарата Medison SonoAce x8.

Оперативное лечение проводилось под спинальной анестезией. Операция выполнялась в объёме восстановления анатомического соотношения костных структур с фиксацией металлоконструкциями (пластины, спицы, винты).

В послеоперационном периоде, во время нахождения пациентов в стационаре при ежедневных осмотрах оценивались жалобы, характеристики кожных покровов, измерялись окружности в области голеностопного сустава, нижней трети голени и стопы, ультразвуковое исследование. При ультразвуковом исследовании сосудов нижних конечностей, как поверхностных, так и глубоких вен, у пациентов в послеоперационном периоде (на 1-й день после операции, на 3-й день и за день до выписки) отмечалось отсутствие каких-либо достоверно подтвержденных изменений в глубоких венах, хотя изменения в поверхностных венах были уже заметны, что говорило о начальных признаках развития венозной недостаточности.

## Результаты исследования

В первой группе сравнения повреждение большой подкожной вены отмечалось в 100% случаев. К сожа-



Рис. 1. Ультразвуковое исследование непосредственно в операционной

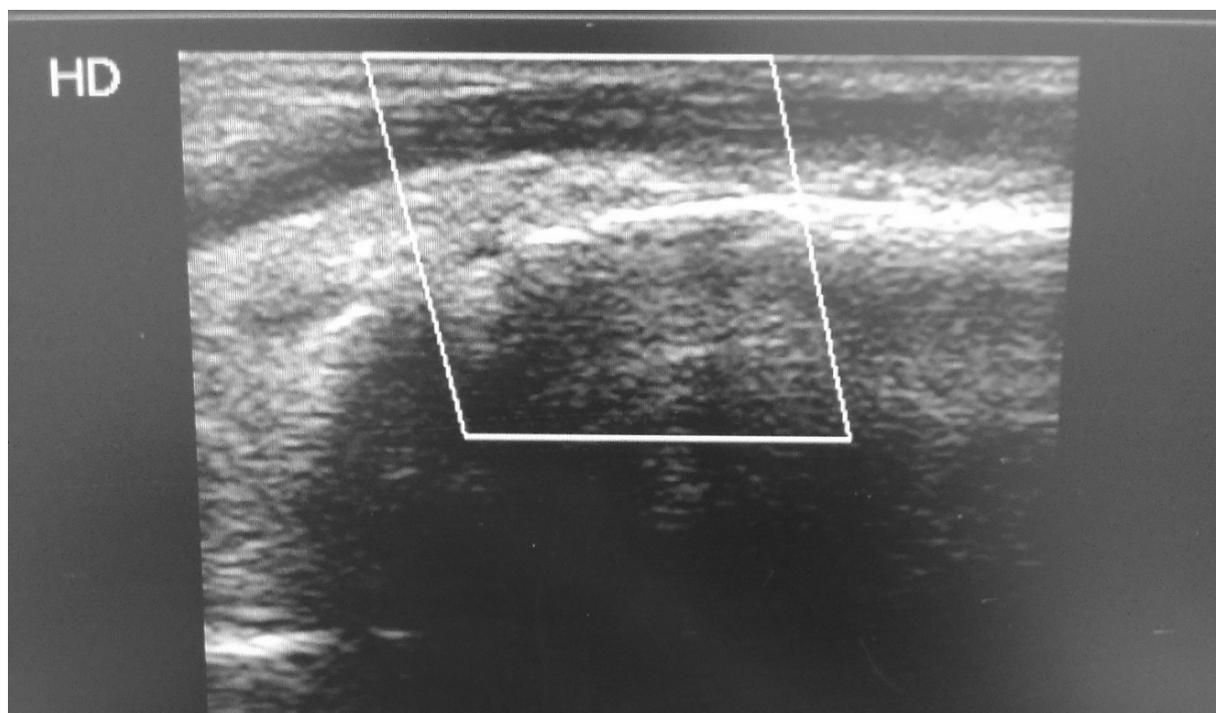


Рис. 2. Ход большой подкожной вены в области внутренней лодыжки (черная полоска вверху в выделенной области — большая подкожная вена, чуть ниже яркая белая полоска — кортикальный слой внутренней лодыжки, за которым происходит поглощение звуковой волны)



Рис. 3. Оперативный доступ на внутреннюю лодыжку с использованием разработанного способа. (Видна полностью сохраненная большая подкожная вена)

лению, операции проводились в начале исследования и оперирующие травматологи при доступе на внутреннюю лодыжку, при травме большой подкожной вены, просто перевязывали ее. Впоследствии при изучении данных пациентов отмечались начальные признаки венозной недостаточности в 92% случаев (119 пациентов из группы сравнения).

Анализ данных пациентов второй группы сравнения показал, что при использовании разработанного нами способа предупреждения повреждения большой подкожной вены у 150 пациентов интраоперационного повреждения большой подкожной вены удалось избежать. Лишь у 4,46% (7 человек) было повреждение большой подкожной вены. Связано это с расширением оперативного доступа в связи со сложным характером перелома или с трудностями при остеосинтезе внутренней лодыжки. Хотя при первоначальном разрезе повреждения большой подкожной вены не было.

Хотелось бы подробнее остановиться на разработанном нами способе. Исследование может проводиться как во время предоперационной подготовки, так и непосредственно на операционном столе при помощи переносного ультразвукового аппарата (Рис. 1). Положение пациента на спине. Используется переносной ультразвуковой аппарат с эффектом Доплера. Выбирается ли-

нейный датчик с высокой рабочей частотой. Проводится ультразвуковое исследование вен интересующей конечности от центра к периферии.

Пальпаторно определяется внутренняя лодыжка голеностопного сустава. Ультразвуковой датчик устанавливается по переднему краю внутренней лодыжки без надавливания на кожу. Сразу визуализируется ход большой подкожной вены. Рис. 2.

Происходит нажатие датчиком на кожу и на экране изображение сосуда должно исчезнуть, что говорит о постановке датчика в правильном положении, т.е. на вене. Давление датчиком на кожу убирается. После этого включается цветное доплеровское картирование, определяется наличие кровотока и его направление. После того как врач убедился, что исследуемый сосуд большая подкожная вена, необходимо сделать отметку на коже тупым инструментом по ходу данного сосуда. По появлению дерматографизма используется 1% спиртовой раствор бриллиантового зеленого или другой маркер. Если исследование проводится непосредственно на операционном столе, то после нанесения отметки 1% раствором бриллиантового зеленого или другим маркером начинается операция, а если исследование проводилось в предоперационном периоде, то отметка остается до момента операции. Отметка

на коже помогает врачу-травматологу ориентироваться на ход сосуда и по возможности обходить его, что предотвратит его повреждение. Рис 3.

Данный способ предупреждения повреждения большой подкожной вены оформлен, получен патент на изобретение № 2717602 от 24.03.2020 г.

## Вывод

Использование разработанного нами способа предупреждения повреждения большой подкожной вены, значительно снижает риск (в 25 раз) ятрогенной травмы сосуда во время оперативного доступа на внутреннюю лодыжку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шарипов М.А. Профилактика и лечение ятрогенных повреждений сосудов. — Душанбе, 2010. — С. 10–12.
2. Гаиров А.Д. Клиника, диагностика и хирургическое лечение посттравматической артериальной непроходимости. / А.Д. Гаиров, У.А. Курбанов, У.А. Гулов // Хирургия. Журн. им. Н.И. Пирогова 2004 -№ 11.-С. 15–21.
3. Значение различных методов реконструктивной сосудистой и микрососудистой хирургии в онкологии / М.И. Давыдов [и др.] // Вопросы онкологии.— 2015.— Т. 51.— № 3. С. 311–313.
4. Камолов А.Н. Хирургическая тактика при повреждениях магистральных вен. автореф. дис. канд. мед. наук. 14.00.27. / А.Н. Камолов. Душанбе.— 1998.— 17 с.
5. Каримова Н.Р. Показания и выбор метода операции на магистральных сосудах при удалении опухолей различной локализации и морфологии, дис. канд. мед. наук. 14.00.27. / Н.Р. Каримова. Душанбе.— 2015.— 133 с.
6. Князев М.Д. Ятрогенные повреждения магистральных кровеносных сосудов. / М.Д. Князев, И.А. Комаров, В.Я. Киселев. // Хирургия. Журн. им. Н.И. Пирогова — 2019. — № 12. С. 85–87.
7. Методика дуплексного сканирования вен нижних конечностей // Учебное пособие // Е.В. Осипова, Л.В. Мельникова, А.В. Крылова // 2020 г.
8. Миначенко В.К. Ятрогенные повреждения магистральных сосудов / В.К. Миначенко // Советская медицина.— 1986.— № 10.— С. 102–105.
9. Сапелкин С.В. Ятрогенное повреждение бедренной вены во время флебэктомии с последующим успешным восстановлением ее проходности. / С.В. Сапелкин, И.Е. Тимина. // Флебология. -, 2019.— Т. 3.-№ 1.— С. 63–64.
10. Лохвицкий С.В. Повреждения магистральных вен во время операций. / С.В. Лохвицкий, С.И. Токпанов // Вестник хирургии им. И.И. Грекова — 2018.— № 4.— С. 118–120.

© Кукушкин Евгений Петрович ( ker131289@gmail.com ), Мидленко Владимир Ильич,

Мидленко Олег Владимирович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ БОЛЬНЫХ ЭПИТЕЛИАЛЬНЫМ КОПЧИКОВЫМ ХОДОМ

### LITERATURE REVIEW. A MODERN VIEW ON APPROACHES TO THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF PATIENTS WITH EPITHELIAL COCCYGEAL PASSAGE

**M. Lukashovich  
A. Manuilov**

*Summary.* The issues of diagnosis and treatment of epithelial coccygeal passage have been discussed in the scientific community for many years. To date, researchers have not formed a consensus on the optimal way to treat patients diagnosed with pathology. One of the main problems on this topic is the lack of a generally accepted ECS classification, which leads to an incorrect choice of surgical intervention tactics and, as a result, unsatisfactory results.

The article summarizes the material on the topic under study, outlines the main types of methods of treatment of epithelial coccygeal passage based on the literature data of domestic and foreign authors, examines the issues of etiopathogenesis, classification, clinical features, diagnosis of this disease. The main content of the study is the analysis of surgical methods of treatment, consideration of the advantages and disadvantages of each method, which is of practical value for modern specialists.

*Keywords:* epithelial coccygeal passage, suturing, pilonidal cyst, excision, vacuum therapy, fistula, laser.

**Лукашевич Максим Иванович**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
медицинский университет» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации»  
m.lukashevich89@mail.ru

**Мануйлов Александр Михайлович**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской  
Федерации»

*Аннотация.* Вопросы диагностики и лечения эпителиального копчикового хода много лет обсуждаются в научном сообществе. На сегодняшний день у исследователей не сформировано единого мнения по поводу оптимального способа лечения больных, у которых диагностирована патология. Одной из главных проблем по данной тематике является отсутствие общепринятой классификации ЭКХ, что приводит к неправильному выбору тактики хирургического вмешательства и как следствие — к неудовлетворительным результатам.

В статье обобщен материал по исследуемой теме, изложены основные виды методов лечения эпителиального копчикового хода на основе данных литературы отечественных и зарубежных авторов, рассмотрены вопросы этиопатогенеза, классификации, клинических особенностей, диагностики данного заболевания. Основное содержание исследования составляет анализ хирургических методов лечения, рассмотрение преимуществ и недостатков каждого способа, что имеет практическую ценность для современных специалистов.

*Ключевые слова:* эпителиальный копчиковый ход, наложение швов, пилонидальная киста, иссечение, вакуум-терапия, свищ, лазер.

### Введение

**В** настоящее время остается открытым вопрос профилактики рецидивов, осложнений и сокращения сроков нетрудоспособности больных с эпителиальным копчиковым ходом (пилонидальной болезнью, волосяной кистой — cysta pilonidea). Это распространенная патология, которая составляет около 15% всех колопроктологических больных, занимая четвертое место после геморроя, парапроктитов и анальных трещин. В группе всех хирургических заболеваний на долю пилонидальной кисты приходится 1–2%. В 5% случаев данная патология встречается у активного взрослого населения [39,40]. В детском и подростковом возрасте

при профилактических осмотрах заболевание выявляется у 4–5% [41]. По статистике эпителиальный копчиковый ход в три раза чаще проявляется у мужчин. Данному заболеванию подвержены пациенты молодого возраста — от 16 до 25 лет. Средний возраст проявления заболевания у мужчин — 21 год, у женщин — 19 лет [43,47]. В последние 50 лет заболеваемость ЭКХ растёт, причина неизвестна. По данным немецких исследований количество больных увеличилось с 29 на 100000 в 2000 г. до 48 на 100000 в 2012 г. [14].

С учетом всех факторов оперативное вмешательство у больных с нагноившимся ЭКХ является весьма актуальной проблемой хирургии [21, 30].

## Материалы и методы

Проведен литературный обзор научных публикаций за последние 10 лет. Для поиска информации использованы поисковые системы PubMed, eLIBRARY, Cochrane Library по ключевым словам, указанным выше.

## Цель работы

Анализ и обобщение имеющихся литературных данных об этиологии, патогенезе, распространенности и современных методах лечения пилонидальных кист.

Эпителиальный копчиковый ход — это болезнь, которая характеризуется наличием подкожного канала длиной 2–5 см, слепо заканчивающегося в копчиковой проекции; канал выстлан изнутри эпителием, содержащим волосяные фолликулы, сальные железы, открывающиеся одним или несколькими первичными отверстиями в области межъягодичной складки. Из отверстия, не измененного воспалением ЭКХ, у 40% больных торчит пучок длинных тонких атрофичных волос [29].

Причинами воспалительного процесса ЭКХ являются эмбриональные нарушения формирования подкожно-жировой клетчатки в крестцовой области, в результате чего образуется киста. При закупоривании ходы кистообразно расширяются из-за скопления в них отмерших эпителиальных клеток и жировых желез, формируя абсцесс крестцово-копчиковой области с возможным появлением гнойного свища [35].

К факторам риска относят повышенную потливость, сидячий образ жизни, деятельность, несоблюдение правил личной гигиены, ожирение и травмы [4].

Этиологический фактор формирования пилонидальной кисты до сих пор до конца не изучен. Существуют четыре теории этиопатогенеза данной патологии:

1. Эмпирические теории.
2. Теория нейрогенного происхождения.
3. Теории эктодермальной инвагинации.
4. Теории приобретенного происхождения ЭКХ.

Все четыре теории основаны на патологическом вращении волос в подкожно-жировую клетчатку с образованием свищевых ходов. Две основные теории этиопатогенеза ЭКХ — врожденный и приобретенный характер заболевания. В нашей стране эпителиальный копчиковый ход считается врожденным (результат неполной редукции мышц — поднимателей хвоста). Тогда как в Америке и Западной Европе исследователи придерживаются теории приобретенного заболевания. Наиболее полную картину об этиологии и патогенезе заболевания описал в своих работах J. Vascom, и им же

была сформулирована фолликулярно-ретенционная теория развития болезни [27, 38].

Врастание волос в подкожно-жировую клетчатку с образованием свищей является основной причиной ЭКХ. Из-за сокращения и расслабления ягодичных мышц при движении создается отрицательное давление в области межъягодичной складки и изменяется направление роста волос. Такой механизм получил название «помповый». Соединительно-тканная капсула формируется вокруг волосяного фолликула с последующим формированием первичного свища [12].

По литературным данным эпителиальный копчиковый ход чаще всего диагностируют при внешнем осмотре. Пальцевое обследование прямой кишки является дополнительным диагностическим приемом (с целью исключения парапроктита), а зондирование вторичных свищевых отверстий позволяет установить связь прямой кишки с вторичными свищевыми отверстиями [3].

В половозрелом возрасте встречаются первые клинические проявления болезни за счет роста волос в крестцово-копчиковой области и скопления продуктов деятельности сальных и потовых желез. Из-за близкого расположения заднего прохода в области крестца и копчика наблюдается обилие микрофлоры на коже. При закупоривании первичных отверстий хода в нем развивается воспаление, которое может перейти на окружающую клетчатку. При вовлечении в процесс окружающей клетчатки наблюдается классическое воспаление: боль, уплотнение, гиперемия и гипертермия кожных покровов. Местные изменения могут сопровождаться повышенной температурой тела. При остром воспалении ЭКХ существуют 2 стадии: инфильтративная и абсцедирующая [9].

Все виды лечения пилонидальных кист делятся на консервативные и хирургические. К консервативным методам относятся: озонотерапия, криотерапия, плазмобирование, вакуум-терапия. Но на сегодняшний день эти методы являются предметом дискуссий [48].

Золотой стандарт лечения эпителиальных копчиковых ходов — хирургический способ.

Так как сроки заживления послеоперационной раны от 14–63 суток, возникающие осложнения со стороны раны отмечаются от 2,5% до 53%, а процент рецидива заболевания от 2–11% до 30–40%, результаты предлагаемых методик лечения не удовлетворяют хирургов и проктологов [26,31,33].

Поиск путей улучшения лечения, сокращения сроков временной нетрудоспособности у больных с ЭКХ, ослож-

ненным абсцессом, следует рассматривать с позиций не только медицинской, но и социально-экономической значимости [44]. В результате неэффективного лечения процесс в крестцово-копчиковой области приобретает рецидивирующее течение, что влечет за собой длительное пребывание в стационаре и увеличивает сроки нетрудоспособности больных.

Ввиду недостаточной просвещенности врачей хирургов по данной теме, многие пациенты не получают адекватной хирургической помощи. Из-за неправильного выбора лечебной тактики и метода операции возникают осложнения заболевания у 6–30%, нагноение и переход заболевания в хроническую форму у 10–30% оперированных [46].

Отсутствие общепринятой классификации приводит к различным оперативным вмешательствам, а последнее в свою очередь не дают желаемого результата. Классификация ЭКХ должна отражать развитие заболевания, своеобразии его клинических форм, что позволит четко сформулировать клинический диагноз и избрать наиболее оптимальный способ лечения.

Наиболее полной на сегодняшний день, является классификация, предложенная ГНЦ колопроктологии в 1988 году [42]:

1. Неосложнённый ЭКХ (без клинических проявлений).
2. Острое воспаление ЭКХ:
  - ◆ инфильтративная стадия;
  - ◆ абсцедирование.
3. Хроническое воспаление ЭКХ:
  - ◆ инфильтративная стадия;
  - ◆ рецидивирующий абсцесс;
  - ◆ гнойный свищ.
4. Ремиссия воспаления ЭКХ.

На сегодняшний день существует одноэтапное и двухэтапное хирургическое лечение ЭКХ в остром периоде заболевания [28]. Одноэтапное лечение включает в себя вскрытие, иссечение кисты и последующее ведение раны открытым путем либо ушивание раны наглухо с проточно-промывным дренированием и последующей противовоспалительной терапией (антибиотикотерапия, местное лечение с использованием ультразвука, антисептиков). При использовании данного метода зачастую возникают такие осложнения как нагноение послеоперационной раны, формирование сером, затяжное течение раневого процесса и пр. [2,24].

Двухэтапный метод включает в себя:

1. Вскрытие гнойника с последующим ведением раны открытым путем от 3–5 дней до 6 месяцев.

2. Иссечение кисты и ушивание дефекта с использованием различных методов [1,28].

Операции больных эпителиальных копчиковым ходом делят на три группы — «открытые», «закрытые» и «полуоткрытые». При «открытой» операции заживление раны происходит путем вторичного натяжения с применением повязок и вакуум-терапии. «Закрытая» операция подразумевает ушивание послеоперационной раны «наглухо» (узловые швы, швы по Донатти, операции с применением перемещенного лоскута). Во время «полуоткрытой» операции рану ушивают с оставлением дренажной трубки [33].

Методику «открытой» операции впервые на практике применил Н. Мауо (1883). Этот способ является одним из наиболее радикальных методов хирургического лечения ЭКХ. Преимуществом «открытой» операции является довольно низкая частота рецидивов. По статистике рецидивы заболевания не превышают 4–11%. Недостатком открытого ведения послеоперационной раны считается длительный период заживления раневого дефекта [22]. Для ускорения заживления раны некоторые авторы применяют лазерное, ультрафиолетовое облучение и ультразвук, аутоплазму, оксигенированные лекарственные препараты и экзогенный оксид азота. В последнее время в качестве основного или дополнительного метода в лечении ЭКХ многие исследователи предлагают использование вакуум-терапии. По мнению Галашомян К.М. и соавторов (2016) вакуум-терапия в лечении пилонидальных кист, является более эффективным по сравнению со стандартным открытым ведением и вторичным заживлением раны [48].

Альтернативой открытому способу лечения эпителиального копчикового хода является метод ушивания раны наглухо после иссечения ЭКХ. Первичное ушивание раны с формированием ее по средней линии — распространенная техника хирургического лечения ЭКХ. Для обнаружения всех отверстий и затеков в первичные отверстия вводят 1% раствор метиленового синего. Далее двумя полукруглыми разрезами при помощи скальпеля или электроножа иссекают единым блоком кожу и подкожно-жировую клетчатку, несущую копчиковые ходы. Затем рану ушивают одним из предложенных способов: по Донати, отдельными швами, параллельными швами [13, 17]. Данный способ обладает следующим недостатком: в результате происходит избыточное натяжение тканей, которое ведет в 50% случаев к таким осложнениям, как краевой некроз кожи, гематомы, нагноение раны. Что в свою очередь приводит к несостоятельности швов.

При глухом ушивании раны многие хирурги используют проволоку, О-образные и другие швы. Обширная

операционная рана создает трудности для её ушивания, а под ушитой кожей может остаться полость, которая впоследствии инфицируется [32].

В России широкое распространение получили методики марсупиализации и перемещенного кожного лоскута. Марсупиализация подразумевает частичное удаление копчикового хода, а именно его верхней стенки. К боковым стенкам и дну подшиваются кожные края. Положительной стороной данной операции является предотвращение скопления экссудата, последующего возможного инфицирования и несостоятельности швов. Недостатки метода — длительное заживление раны и плохой косметический эффект. Также данный способ не решает проблемы натяжения кожи раны [42].

Основной проблемой хирургического лечения является необходимость закрытия дефекта мягких тканей после иссечения ЭКХ. Классические методы лечения имеют ряд недостатков, в связи с чем поиск новых способов закрытия раневого дефекта и снижения натяжения мягких тканей на сегодняшний день остается актуальным [6,37].

Внедрение новых методик отчасти решает проблему заживления послеоперационных ран, однако сроки варьируют от 14 суток до нескольких месяцев, а рецидивы заболевания колеблются от 2,5 до 53% [8, 11]. По данным разных авторов при классических методах происходят следующие осложнения — нагноение раны в 10–20%, гематома в 8–10%, несостоятельность швов до 50%, краевой некроз кожи — 15–25%, серома до 50%. А при использовании методики кожно-фасциальных лоскутов нагноение раны отмечается в 0–1%, гематома — 1–2%, несостоятельность швов — 1–2%, краевой некроз кожи — 0%, серома — 20%. Раневые осложнения, такие как прорезывание швов, некроз кожного лоскута, несостоятельность кожных швов, кровотечения из области послеоперационной раны, вторичное инфицирование, ведет к длительной нетрудоспособности пациентов [8]. Многие хирурги считают процесс вторичного инфицирования послеоперационной раны, несостоятельность кожных швов с необходимостью удаления шовного материала и продленной открытой санацией как естественное течение послеоперационного периода [33].

В предоперационном периоде важно иметь четкое представление топографии свищевого хода, отношение его к кожным покровам, наличие разветвлений свищевого хода и гнойных полостей, расположение наружного отверстия от первичного очага и затёков для выбора наиболее подходящего метода лечения. Это повышает точность диагностики и дает возможность выбрать рациональный метод операции и послеоперационного ве-

дения, а также уменьшить число неудовлетворительных результатов. Однако вероятность рецидива ЭКХ и образования грубых рубцов, на сегодняшний день достаточно высока [32].

Альтернативным малоинвазивным способом лечения ЭКХ является заполнение синусового хода фибриновым клеем. По литературным данным эффективность данного метода составила 80%. Но информация о рецидивах заболевания не представлена. К недостаткам метода можно отнести также дороговизну материала [23].

На сегодняшний день особое место в лечении эпителиального копчикового хода отводится лазерным технологиям [18,34]. Толчком к их развитию стала разработка и внедрение в практику современного лазерного оборудования с длиной волны 1470 нм, оснащенного лазерным волокном с возможностью радиального распространения энергии [25]. Суть операции сводится к следующему: после определения границ распространения ЭКХ из небольшого разреза в межъягодичной складке выполняют кюретаж свищевых ходов и полости кисты. Детрит и волосы удаляют. Затем через этот же разрез вводят лазерное волокно, и под воздействием лазерной энергии, которая распространяется радиально, происходит фототермическая деструкция окружающих тканей, коагуляция и облитерация свищевых ходов и полости кисты. В послеоперационном периоде интенсивного наблюдения за пациентом не требуется. Рекомендуют сбривать волосы вокруг межъягодичной складки и соблюдать гигиену [15, 40].

Метод лечения ЭКХ с использованием лазерных технологий имеет ряд преимуществ. В их числе — минимизация операционной травмы, термическое, бактерицидное действие лазерного излучения, вапоризация некротизированных тканей и эпителиальной выстилки, что приводит к улучшению микроциркуляции и стимуляции репаративных процессов. Широкого применения метод пока не получил, так как недостатками способа являются дорогостоящее оборудование и расходные материалы [5,10,34].

В основе методики эндоскопического лечения ЭКХ — EPsiT (Endoscopic Pilonidal Sinus Treatment) лежит использование эндоскопического оборудования для VAAFT — видеоассистированного лечения свищей прямой кишки [16, 17, 20]. При лечении данным способом используют специальное оборудование, под визуальным контролем на экране монитора, выполняется кюретаж и электрокоагуляция ЭКХ и кисты. Через разрез в области отверстия ЭКХ вводится фистулоскоп. В ходе диагностического этапа визуализируют все копчиковые ходы и кисты, выполняют санацию ходов, удаляют волосы, детрит. Следующий этап — лечебный, на котором

стенки копчиковых ходов подвергают электротермическому воздействию и кюретажу. При недостаточной эффективности возможно выполнение дополнительных разрезов в местах первичных отверстий и повторение этапы операции [17, 40].

Преимущества метода эндоскопического лечения по сравнению с традиционным хирургическим вмешательством — минимальная послеоперационная боль, быстрое заживление и короткое время для возвращения к работе и повседневной деятельности [7, 17].

Существенный интерес к себе вызывает мини-инвазивная процедура, предложенная В. Neola и соавторами (2016) и заключающаяся в термоабляции копчикового хода. Суть метода состоит в следующем: под местной анестезией аппликатор (наконечник с винтовой резьбой), используемый в ларингологии или урологии, вводили в наружное отверстие кисты ввинчивающимися движениями с небольшим усилием, чтобы не повредить стенку подлежащей кисты и предотвратить появление ложного хода. Затем выполняли термоабляцию, извлекали аппликатор и промывали операционный канал 3% раствором перекиси водорода. Рану в таком виде оставляли и перевязывали около двух недель. Если рана не заживала, процедуру повторяли. При отсутствии заживления спустя еще две недели прибегали к оперативному иссечению. Методика отличается простотой, минимальной инвазивностью и возможностью перехода к радикальному хирургическому лечению. Положительный эффект был

достигнут в 87% случаев, а 14% случаев наблюдали рецидив симптомов заболевания [19].

## Заключение

Проведя анализ вышеизложенных литературных данных, можно сделать вывод о том, что единого мнения относительно хирургической тактики у больных эпителиальным копчиковым ходом у исследователей не существует и единый подход к лечению до сих пор не сформирован. Каждый из существующих способов имеет свои преимущества и недостатки, методы отличаются сложностью исполнения, необходимостью использования специального оборудования, количеством осложнений и рецидивов заболевания, косметическим результатом, сроками нетрудоспособности пациентов. Исследование проблемы разработки и внедрения новых хирургических способов лечения ЭКХ имеет большую историю, но остается актуальной и в наши дни [45].

В настоящее время процент рецидивов и нагноительных осложнений после операций по поводу эпителиальных копчиковых ходов сохраняется на стабильном уровне, что стимулирует разработку и поиск оптимальных технологий хирургического лечения [37].

Поэтому дальнейшая разработка алгоритма хирургической тактики, совершенствование методов диагностики и повышение эффективности лечения изучаемой патологии являются актуальными.

## ЛИТЕРАТУРА

- Alptekin H., Yilmaz H., Kayis S.A., Sahin M. Volume of the excised specimen and prediction of surgical site infection in pilonidal sinus procedures (surgical site infection after pilonidal sinus surgery) // *Surg. Today*. 2013. -Vol. 43 (12). — P. 1365–1370. doi:10.1007/s00595-012-0444-x
- Arslan, N.C., Atasoy, G., Altintas, T. Effect of triclosan-coated sutures on surgical site infections in pilonidal disease: prospective randomized study // *Int J Colorectal Dis.* — 2018. -Vol.33. -P.1445. <https://doi.org/10.1007/s00384-018-3138-z>.
- Bascom J., Bascom T. Failed pilonidal surgery: new paradigm and new operation leading to cures // *ArchSurg.* — 2014. -Vol.137(10).-P.1146–1150
- Chintapatla S., Safarani N., Kumar S., HaboubiN. Sacrococcygeal pilonidal sinus: historical review, pathological insight and surgical options // *Tech. Coloproctol.* — 2013. -Vol.7(1).-P.3–8.
- Dessily M., Dziubeck M., Chahidi E. The SiLaC procedure for pilonidal sinus disease: long-term outcomes of a single institution prospective study // *Tech Coloproctol.* — 2019. -Vol.23. -P.1133–1140. doi:10.1007/s10151-019-02119-2.
- Dölen U. C., Koger U. Innovation in the planning of V-Y rotation advancement flaps: A template for flap design // *Arch Plast Surg.* — 2018. — Vol. 45 (1). — P. 85–88. doi:10.5999/aps.2017.00171
- Esposito C., Izzo S., Turrà F., Cerulo M., Severino G., Settini A., Iannazzone M., Masieri L., Cortese G., Escolino M.J. Pediatric endoscopic pilonidal sinus treatment, a revolutionary technique to adopt in children with pilonidal sinus fistulas: our preliminary experience // *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* — 2018. -Vol.28(3).-P.359–363. doi:10.1089/lap.2017.0246
- Gecim I.E., Goktug U.U., Celasin H. Endoscopic Pilonidal Sinus Treatment Combined With Crystalized Phenol Application May Prevent Recurrence // *Dis Colon Rectum.* — 2017. -Apr. -Vol.60(4).-P.405–407. doi: 10.1097/DCR.0000000000000778
- Gencosmanoglu R., Inceoglu R. Modified layopen (incision, curettage, partial lateral wall excision and marsupialization) versus total excision with primary closure in the treatment of chronic sacrococcygeal pilonidal sinus: a prospective, randomized clinical trial with a complete two-year follow-up // *Int J Colorectal Dis.* — 2015. -Vol.20(5).-P.415–422.
- Georgiou G.K. Outpatient laser treatment of primary pilonidal disease: the PiLaT technique. *Techniques in Coloproctology* // // Springer Science and Business Media LLC. — 2018. -Vol.22(10).-P.773–778. doi:10.1007/s10151-018-1863-5.

11. Harris C., Sibbald R.G., Mufti A., Somayaji R. Pilonidal Sinus Disease: 10 Steps to Optimize Care. // *Adv Skin Wound Care*. — 2016. — Vol.29(10).-P.469–478. doi: 10.1097/01.ASW.0000491324.29246.96
12. Kanat B.H. Disease that should be remembered: Sacrococcygeal pilonidal sinus disease and short history // *World J. Clin. Cases*. — 2015. — Vol. 3, № 10.
13. Käser S., Zengaffinen R., Uhlmann M., Glaser C., Maurer C.A. Primary wound closure with a Limberg flap vs. secondary wound healing after excision of a pilonidal sinus: a multicenter randomised controlled study // *Int. J. Colorectal Dis.* — 2014. — Vol. 30 (1). — P. 97–103. doi:10.1007/s00384-014-2057-x
14. Luedi M.M., Kauf P., Evers T., Sievert H., Doll D. Impact of spinal versus general anesthesia on postoperative pain and longterm recurrence after surgery for pilonidal disease // *Journal of clinical anesthesia*. — 2016;.-Vol.33.-P.236–242. doi:10.1016/j.jclinane.2016.03.061.
15. Luijks H.G., Luiting-Welkenhuyzen H.A.L., Greijmans E.G.E., Bovenschen H.J. Alexandrite (755 nm) laser hair removal therapy reduces recurrence rate of pilonidal sinus after surgery // *Indian Journal Dermatol Venereol Leprol.* — 2020. — Vol. 86 (4). — P. 451–453. doi:10.4103/ijdv.IJDVL\_97\_19
16. Meinero P., Mori L., Gasloli G. Endoscopic pilonidal sinus treatment (E.P.Si.T.) // *Tech. Coloproctol.* — 2014.-Vol.389.-P.18–92. doi:10.1007/s10151-013-1016-9. 27.
17. Milone M., Velotti N., Manigrasso M., Vertaldi S., Di Lauro K., De Simone G., Cirillo V., Maione F., Gennarelli N., Sosa Fernandez L.M., De Palma G.D. Long-term results of a randomized clinical trial comparing endoscopic versus conventional treatment of pilonidal sinus // *Int. Journal Surg.* — 2020. — Vol. 74. — P. 81–85. doi:10.1016/j.ijsu. 2019.12.033
18. Muhammad A., Albahadili Ammar W., Majeed: Pilonidal Sinus Management Using 980 nm Diode Laser// *Journal of Health, Medicine and Nursing*.— 2016.-Vol.33.-P.35–41.
19. Neola B., Capasso S., Caruso L., Falato A., Ferulano G.P. Scarless outpatient ablation of pilonidal sinus: a pilot study of a new minimally invasive treatment // *Int Wound J.* — 2016. — Vol. 13 (5). — P. 705–708. doi:10.1111/iwj.12350
20. Probst M., Mezera V., Turnovsky P., Hacova M., Sakra L. Endoscopic pilonidal sinus treatment (E.P. Si.T.) — first experiences and results // *RozhlChir.* — 2020. — Vol. 99 (6). — P. 266–270. doi:10.33699/PIS.2020.99.6.266–270
21. Rashidian N., Vahedian-Ardakani J., Baghai-Wadji M., Keramati M.R., Saraei A., Ansari K. Adman A.A. How to repair the surgical defect after excision of sacrococcygeal pilonidal sinus: a dilemma // *J Wound Care*. — 2014.-Vol.23(12).-P.630–633. doi: 10.12968/jowc.2014.23.12.630.
22. Segre D, Pozzo M, Perinotti R, Roche B. The treatment of pilonidal disease: guidelines of the Italian Society of Colorectal Surgery (SICCR) // *Tech Coloproctol.* — 2015.-Vol.19(10).-P.607–613. doi: 10.1007/s10151-015-1369-3
23. Smith C.M., Jones A., Dass D., Murthi G., Lindley R. Early experience of the use of fibrin sealant in the management of children with pilonidal sinus disease // *J. Pediatr. Surg.* — 2015. — Vol. 50 (2). — P. 320–322. doi:10.1016/j.jpedsurg.2014.11.022
24. Stauffer V.K, Luedi M.M., Kauf P., Schmid M., Diekmann M. Common surgical procedures in pilonidal sinus disease: A meta-analysis, merged data analysis, and comprehensive study on recurrence // *Scientific Reports* volume. — 2018.-Vol.8.-P.3058. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20143-4>.
25. Suarez Valladares M.J. Laser Nd:YAG to treat primary pilonidal cysts: an alternative treatment// *Br J Dermatol.* — 2017.-Vol.56(3).-P.56–59. doi:10.1111/bjd.15929.
26. Vogel J.D., Johnson E.K., Morris A.M. Clinical practice guideline for the management of anorectal abscess, fistula-in-ano, and rectovaginal fistula // *Dis Colon Rect.* — 2016.-Vol. 59.-P. 1117–1133. doi: 10.1097/DCR.0000000000000733.
27. Абдоминальная хирургия. Национальное руководство: краткое издание. Под ред. И.И. Затевахиной, А.И. Кириенко, В.А. Кубышкиной: Издательство ГЭОТАР-Медиа: 2016.-С.510–517.
28. Алекперов Э.Э., Болквандзе Э.Э., Мударисов Р.Р., Мусин А.И. Сравнительная оценка методов хирургического лечения острого воспаления эпителиального копчикового хода // *Колопроктология: науч.-практ. мед. журн.: Материалы междунар. объединенного конгр. ассоциации колопрокт. России и первого ESCP/ECCO регионального мастер-класса: сб. тез. М., 2015. С. 14.*
29. Ачкасов Е.Е., Соломка А.А., Ульянов А.А., Безуглов Э.Н., Орехова Е.В., Жарикова Т.М. Клинико-морфологическое обоснование применения тромбоцитарных факторов роста у больных с пилонидальной кистой с абсцессом // *«Вестник хирургии»*. — 2018.-№ 2.-Т.177.-С.52–56
30. Гаин М.Ю., Шахрай С.В., Гаин Ю.М. Эпителиальные копчиковые ходы: всегда ли показана радикальная операция?// *Новости хирургии*. — 2017.-№ 6. Том 25.-С.600–604. doi: 10.18484/2305-0047.2017.6.600
31. Жданов А.И., Кривоносов С.В., Брежнев С.Г. Хирургическое лечение эпителиального копчикового хода: клинико-анатомические аспекты // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. — 2013. — Т. VI, № 3. -С. 386–392.
32. Зубайдов Т.Н., Гулов М.К. Хирургическое лечение сложных форм эпителиального копчикового хода // *Научно-медицинский журнал «Вестник Авиценны» Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали Ибни Сино*.-2015.-№ 3.-С.138–143.
33. Каторкин О.Е., Личман Л.А., Андреев П.С., Давыдова О.Е. Сравнительный анализ эффективности способов оперативного вмешательства у пациентов с эпителиальной копчиковой кистой.//*Российский медицинский вестник имени академика И.П. Павлова*. — 2017.-Т.25(3).-С.453–459. doi: 10.23888/PAVLOVJ20173453-459.
34. Крочек И.В., Сергийко С.В., Крочек Г.В., Николаева О.Н. Оптимизация хирургического лечения эпителиального копчикового хода с помощью оптоволоконного лазера // *Лазерная медицина*. — 2016. — Т. 20. — № 3. — С. 31.
35. Кузнецов С.М., Косолапов Ю.Л., Стручков А.Г., Гордеев Ф.Д., Логинов О.С., Мицкевич А.С. Тактические и технические подходы лечения больных с копчиковыми эпителиальными ходами // *Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация*. — 2019. — Вып. 1. — С. 7–12.
36. Куцай Н.В., Гавриленко С.П., Древеняк А.А. Сравнительная характеристика способов хирургического лечения эпителиального копчикового хода на основе мета-анализа // *Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet»*. — 2021. — № 6.-С.1388–1396.
37. Лаврешин П.М., Гобеджишвили В.В., Гобеджишвили В.К., Кораблина С.С., Кормазов И.Х., Омарова А.М. Способ лечения эпителиального копчикового хода у пациентов с высокой конфигурацией ягодиц// *Медицинский вестник Северного Кавказа*. — 2021.-Т.16(3).-С.308–310. DOI — <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16073>

38. Лурин И.А., Цема Е.В. Этиология и патогенез пилонидальной болезни // Колопроктология. — 2013. — № 3. — С. 35–49.
39. Маркосян С.А. Анализ лечения детей с гнойно-воспалительными заболеваниями крестцово-копчиковой области в республике Мордовии // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. — 2018. — № 4 (48). — С. 133–140. — DOI 10.21685/2072–3032–2018–4–14.
40. Нечай И.А., Мальцев Н.П. Малоинвазивные методики в лечении пилонидальной болезни (обзор литературы) // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. — 2019.-Т.178(3).-С.69–73. DOI: 10.24884/0042–4625–2019–178–3–69–73.
41. Поверин Г.В., Евдокимов А.Н. Кисты копчика у детей (клиника, диагностика и хирургическое лечение) // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. — 2019.-Т. 9(2).-С.105–120. <https://doi.org/10.30946/2219–4061–2019–9–2–105–120>
42. Попков О.В., Гинюк В.А., Алексеев С.А., Новикова А.С., Попков С.О. Эпителиальный копчиковый ход. Методы хирургического лечения // Военная медицина. — 2017. — № 1. — С. 101–106.
43. Ривкин В.Л. Проктологическая заболеваемость и нормативы специализированной службы //Consilium Medicum.— 2017.-Т.19.-№ 8.-С.89–92. DOI: 10.26442/2075–1753\_19.8.89–92
44. Рустамов М.И., Сайдуллаев З.Я., Ахмедов Г.К., Шопулов Ш.А. Методы лечения эпителиального копчикового хода // В сб.: XIV Международная научно-практическая конференция «EUROPEAN RESEARCH». В 2 частях. — 2018. — С. 136–140.
45. Сергацкий К.И., Никольский В.И., Янгуразов Р.Ф., Альджабр М., Просточенко О.В., Титова Е.В. Хирургические аспекты лечения эпителиального копчикового хода: от первоисточников к современности // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. — 2022. — № 2. — С. 92–106. doi:10.21685/2072–3032–2022–2–10
46. Хубезов Д.А., Луканин Р.В., Кротков А.Р., Огорельцев А.Ю., Серебрянский П.В., Юдина Е.А. Результаты лазерной облитерации в хирургическом лечении эпителиального копчикового хода// Колопроктология. —2020.-№ 2.-С.91–103. doi:10.33878/2073–7556–2020–19–2–91–103.
47. Хубезов Д.А., Пучков Д.К., Серебрянский П.В., Луканин Р.В., Огорельцев А.Ю., Кротков А.Р., и др. Хирургическое лечение пилонидальной болезни (обзор литературы) // Колопроктология. — 2018. — № 4. — С. 79–88.
48. Черкасов М.Ф., Галашокин К.М., Старцев Ю.М., Черкасов Д.М., Помазков А.А, Меликова С.Г., Перескоков С.В., Лукаш А.И. Влияние вакуум-терапии на заживление ран крестцово-копчиковой области// Новости хирургии.-2019. — № 2.-С.153–160

© Лукашевич Максим Иванович ( m.lukashevich89@mail.ru ), Мануйлов Александр Михайлович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кубанский Государственный Медицинский Университет

# МЕНОПАУЗАЛЬНЫЙ МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ. ПУТИ ПРОФИЛАКТИКИ ОСЛОЖНЕНИЙ

## MENOPAUSAL METABOLIC SYNDROME. WAYS TO PREVENT COMPLICATIONS

**N. Urudzheva  
A. Esedova  
F. Mammadov**

**Summary.** Menopause is characterized by symptoms such as hot flashes, insomnia, mood disorders, sexual dysfunction, weight gain and cognitive decline. Estradiol is involved in the processes of homeostasis, in the regulation of utilization and conservation of energy, so its deficiency gradually leads to the development of menopausal metabolic syndrome, which is accompanied by the development of insulin resistance, increased coagulation potential, obesity. In Russia, the prevalence of MS ranges from 20 to 35%, and in women it occurs 2.5 times more often and the number of patients increases with age. MS in postmenopausal women is observed in 40% of cases. Obesity increases the risk of developing many malignant processes, including breast, colon, pancreatic, bladder and endometrial cancers. Arterial events occurring in postmenopausal patients include myocardial infarction, ischemic stroke, hemorrhagic stroke and peripheral arterial events that are associated with dyslipidemia, diabetes, hypertension, obesity, increased coagulation. The main goal in the treatment of MS is non-drug measures that are aimed at reducing body weight, giving up bad habits, it is possible to prescribe menopausal hormone therapy (MGT).

**Keywords:** menopause, metabolic syndrome, menopausal hormone therapy, obesity, arterial hypertension, hypercoagulation, modified menopausal index, risk of arterial events.

**Уруджева Наида Ганифаевна**

Аспирант, Дагестанский Государственный  
Медицинский Университет  
sm.naida9991@mail.ru

**Эседова Асият Эседовна**

Д.м.н., профессор, Дагестанский Государственный  
Медицинский Университет  
asiyat\_idrisova@bk.ru

**Мамедов Ферзи Султанович**

Аспирант, Дагестанский Государственный  
Медицинский Университет  
zaynal.zaynalov@mail.ru

**Аннотация.** Менопауза характеризуется такими симптомами, как приливы жара, бессонница, расстройства настроения, сексуальная дисфункция, увеличение веса и снижение когнитивных функций. Эстрадиол участвует в процессах гомеостаза, в регуляции утилизации и сохранения энергии, поэтому его дефицит постепенно приводит к развитию менопаузального метаболического синдрома, который сопровождается развитием инсулинорезистентности, повышением коагуляционного потенциала, ожирением. В России распространенность МС колеблется от 20 до 35%, причем у женщин он встречается в 2,5 раза чаще и с возрастом число больных увеличивается. МС у женщин в постменопаузальном периоде наблюдается в 40% случаев.

Ожирение увеличивает риск развития многих злокачественных процессов, включая рак молочной железы, толстой кишки, поджелудочной железы, мочевого пузыря и эндометрия. Артериальные события, встречающиеся у пациенток в постменопаузальном периоде, включают инфаркт миокарда, ишемический инсульт, геморрагический инсульт и периферические артериальные события, которые связаны с дислипидемией, СД, гипертензией, ожирением, повышенной коагуляцией.

Основной целью в лечении МС являются немедикаментозные мероприятия, которые направлены на снижение массы тела, отказ от вредных привычек, возможно назначение менопаузальной гормональной терапии (МГТ).

**Ключевые слова:** менопауза, метаболический синдром, менопаузальная гормональная терапия, ожирение, артериальная гипертензия, гиперкоагуляция, модифицированный менопаузальный индекс, риск артериальных событий.

## Введение

**М**енопауза часто бывает связана с появлением таких симптомов, как приливы жара, проблемы со сном, расстройства настроения, сексуальная дисфункция, увеличение веса и снижение когнитивных функций [1, 2, 3].

Эстрадиол, являясь гормоном репродуктивной системы, также участвует в процессах гомеостаза, в регуляции утилизации и сохранения энергии, поэтому его дефицит постепенно приводит к развитию менопаузального метаболического синдрома, включающий в себя развитие инсулинорезистентности, повышение коагуляционного потенциала, снижение уровней глобу-

линов, связывающие половые гормоны (ГСПГ), повышение уровня лептина и ожирение [4, 5, 6, 7]. Накопление висцерального жира, характеризующееся постепенным увеличением окружности талии, особенно у женщин с нормальным весом, формируется постепенно и является важным предиктором метаболических нарушений, таких как инсулинорезистентность, сахарный диабет 2 типа и дислипидемия [2, 8].

В России распространенность МС колеблется от 20 до 35%, причем у женщин он встречается в 2,5 раза чаще и с возрастом число больных увеличивается. МС у женщин в постменопаузальном периоде наблюдается в 40% случаев [9, 10, 11].

По данным Международного Агентства Исследования Рака (МАИР, 2017 г.), ожирение увеличивает риск развития многих злокачественных процессов, включая рак молочной железы, толстой кишки, поджелудочной железы, мочевого пузыря и эндометрия [9, 12, 13, 14]. Эти данные подтверждаются рядом других исследователей [15, 16, 17]. По мнению авторов, метаболический синдром у женщин ассоциировался с раком эндометрия (ОР-1,61,  $P=0,001$ ), молочной железы в постменопаузе (ОР-1,56,  $P = 0,017$ ), прямой кишки (ОР-1,52,  $P = 0,005$ ) и колоректального рака (ОР-1,34,  $P = 0,006$ ) [15, 18, 19].

Артериальные события, встречающиеся у пациенток в постменопаузальном периоде, включают инфаркт миокарда, ишемический инсульт, геморрагический инсульт и периферические артериальные события. Они только вторично зависят от повышенной коагуляции; в основном они зависят от факторов риска развития атеросклероза (дислипидемии, СД, гипертензии, ожирения и курения) [2, 8, 20, 21, 22, 23].

Основной целью в лечении МС являются немедикаментозные мероприятия, которые направлены на снижение массы тела, изменение стереотипов питания, отказ от вредных привычек (курение, отказ от злоупотребления алкоголем) [24]. В дополнение к изменению образа жизни с целью контроля массы тела и повышению физической активности можно рекомендовать назначение менопаузальной гормональной терапии (МГТ) [25, 26, 27].

В связи с актуальностью проблемы было решено провести исследование, направленное на определение роли менопаузальной гормональной терапии (МГТ) в профилактике развития осложнений, характерных для МС.

Настоящая работа проводилась на кафедре акушерства и гинекологии педиатрического, стоматологическо-

го и медико-профилактического факультетов Дагестанского государственного медицинского университета (руководитель — проф., д.м.н. Эседова А.Э.). Подбор пациенток проводился на клинической базе кафедры акушерства и гинекологии ДГМУ в ГБУ РД № 2 в отделении оперативной гинекологии и консервативной гинекологии, и на клинической базе кафедры в медицинском центре «Астрамед».

### Цель исследования

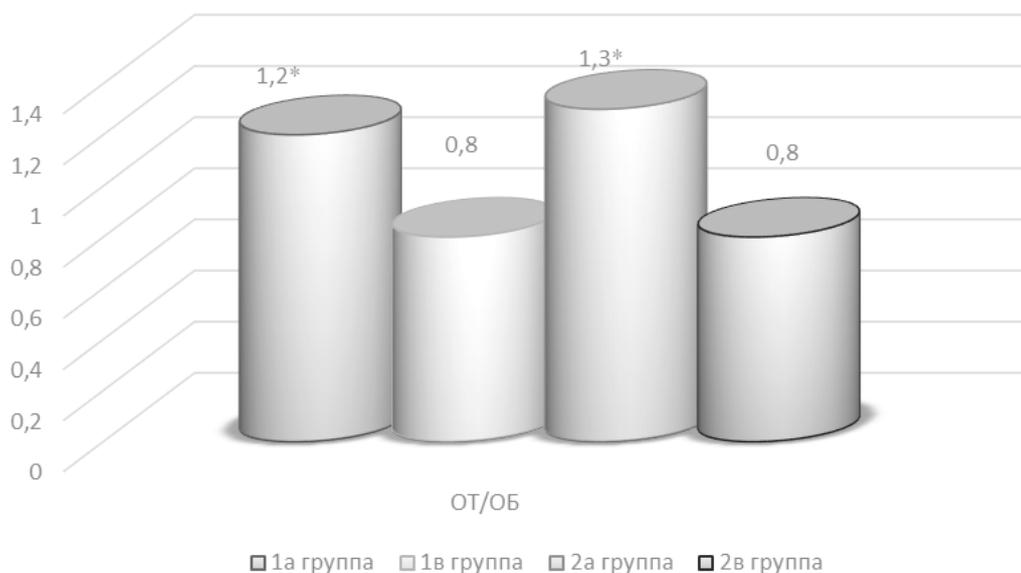
Определить особенности течения метаболического синдрома (МС) у женщин в постменопаузальном периоде на фоне менопаузальной гормональной терапии (МГТ).

Напомним, что всего было обследовано 169 пациенток, у которых в течение последних 2 лет наступила менопауза. Все пациентки были поделены на 2 группы в зависимости от приема препаратов менопаузальной гормональной терапии (МГТ). В 1 группу вошли 109 женщин (64,5%), принимающие препараты МГТ. Во 2 группу вошли 60 пациенток (35,5%), которые по тем или иным причинам отказались от приема МГТ (нежелание приема препаратов, денежные затраты, предубеждения против гормональных средств), хотя противопоказаний для приема препаратов у них не было.

Каждая группа была разделена на подгруппы в зависимости от наличия или отсутствия у пациенток метаболического синдрома (МС). 1а группу составили 51 пациентки (46,8%) с МС, в 1в группу вошли 58 пациенток (53,2%) без МС. Во 2а группе были 26 пациенток с МС (43,3%) и во 2в группе 34 без МС (56,7%).

В ходе исследования возраст обследуемых пациенток был сопоставим и значимых отличий выявлено не было. Массо-ростовые показатели варьировали в достаточно широких пределах, и ИМТ у пациенток с МС значительно превышал таковой у пациенток без метаболических нарушений.

Накопление висцерального жира, характеризующееся постепенным увеличением окружности талии, особенно у женщин с нормальным весом, формируется постепенно и является важным предиктором метаболических нарушений, таких как инсулинорезистентность, сахарный диабет 2 типа и дислипидемия [2, 8]. Постепенно у пациенток в постменопаузальном периоде создаются благоприятные условия для формирования метаболического синдрома [2]. В ходе нашего обследования у пациенток с МС соотношение между окружностью талии (ОТ) и окружностью бедер (ОБ) достоверно превышал таковой у пациенток без метаболических нарушений (рисунок 1).



\*-  $p < 0,01$  при сравнении с группами пациенток без МС

Рис. 1. Значение ОТ/ОБ у пациенток разных групп.

По данным некоторых авторов частота нарушений менструальной функции наблюдается чаще у пациенток с ожирением по сравнению с пациентками с нормальной массой тела. Данное утверждение нашло подтверждение и в нашем исследовании [28]. Так, при сборе анамнеза достоверных отличий в характере менструальной функции выявлено не было (возраст наступления менструации, продолжительность менструации и длительность менструального цикла). Однако, оказалось, что у пациенток с МС достоверно чаще наблюдались нарушения менструального цикла, требующие хирургического вмешательства,  $RR=2,9$  (ДИ 95%, 1,2–7,3) по сравнению с пациентками без метаболических нарушений.

При сборе анамнеза в отношении особенностей детородной функции обращает на себя внимание более частое проведение прерывания беременности у пациенток с МС,  $RR=1,7$  (ДИ 95%, 1,2–2,4). Данная частота проведения хирургического аборта, возможно, может способствовать гормональным изменениям в организме и способствовать в последующем развитию МС у данных пациенток, данные соответствуют выводам некоторых авторов [29]. Также оказалось, что количество самопроизвольных выкидышей больше у пациенток с МС,  $RR=1,6$  (ДИ 95%, 1,1–2,4), что указывает на то, что пациентки с метаболическими нарушениями входят в группу риска по потере беременности.

По данным литературы миома матки статистически значимо ассоциируется с избыточным весом и гипертонической болезнью. При сочетании этих факторов повышается риск развития миомы [30].

В нашем исследовании при сборе гинекологического анамнеза было выявлено, что частота пролиферативных заболеваний (миома матки, эндометриоз, гиперплазия эндометрия) встречалась у пациенток с МС достоверно чаще по сравнению с пациентками без МС, что подтверждает данные авторов [30]. Так, миома матки у пациенток с МС встречается в 59,7% случаев,  $RR=1,8$  (ДИ 95% 1,3–2,6); эндометриоз в 45,5%,  $RR=2,2$  (ДИ 95% 1,4–3,5); гиперплазии эндометрия наблюдается у пациенток с МС в 45,5% случаев,  $RR=3,5$  (ДИ 95% 1,9–6,2). То есть вероятность развития пролиферативных заболеваний матки в несколько раз выше у пациенток с метаболическими нарушениями.

При изучении особенностей экстрагенитальной патологии у обследуемых пациенток была выявлена достоверно высокая частота встречаемости артериальной гипертензии, что объяснимо с учетом наличия у пациенток МС; заболеваний эндокринной системы, которые очень часто сопровождают МС; варикозная болезнь вен нижних конечностей и заболевания молочных желез, которые часто наблюдаются при повышенной массе тела. Относительный риск (RR) встречаемости артериальной гипертензии у пациенток с МС по сравнению с пациентками без МС равен 3,5 (ДИ 95% 2,4–5,1). RR при заболеваниях эндокринной системы равен 3,8 (ДИ 95% 2,1–6,9). При варикозной болезни вен нижних конечностей  $RR=3,7$  (ДИ 95% 2,2–6,5). И при заболеваниях молочных желез  $RR=3,6$  (ДИ 95% 1,9–6,9).

В источниках литературы имеются данные, указывающие на связь между приливами жара и кардиоваску-

лярным риском. То есть, по степени выраженности вазомоторных проявлений климактерического синдрома можно прогнозировать повышенную вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [31, 32, 33].

Многие годы считалось, что ожирение является прогностическим фактором в отношении развития вазомоторных симптомов, так как андрогены ароматизируются в эстрогены в жировой ткани. Однако в крупных наблюдательных исследованиях было показано, что ожирение — один из главных факторов, предрасполагающих к появлению приливов [34].

Степень тяжести климактерического синдрома мы оценивали по высчитыванию модифицированного менопаузального индекса (ММИ). Так, вероятность развития средней степени тяжести климактерического синдрома при определении ММИ выше у пациенток с МС по сравнению с пациентками без МС, RR=1,8 (ДИ 95% 1,3–2,5).

Несмотря на то, что у пациенток с МС в анамнезе частота пролиферативных заболеваний намного выше, в начале проведения исследования при УЗИ органов малого таза значимых отличий в толщине эндометрия у пациенток разных групп выявлено не было. Возможно, это связано с тем, что пациенткам с МС проводили лечение гиперпластических процессов эндометрия, поэтому на момент начала исследования значимой патологии со стороны эндометрия у них обнаружено не было.

В процессе работы мы проводили клинические исследования крови, направленные на изучение особенностей липидного обмена у пациенток постменопаузального периода.

Оказалось, что у пациенток с МС отмечается повышенный уровень общего холестерина, триглицеридов и индекса атерогенности (ИА) по сравнению с пациентками без МС, однако достоверно высокие цифры оказались только у триглицеридов в 1а группе по сравнению с уровнем этого же показателя в группе 1в без МС. Это можно объяснить тем, что в постановке диагноза МС определяющую роль играют триглицериды, поэтому они и более значимо меняются. Остальные показатели не столь выраженные.

При изучении особенностей гемостаза было выявлено, что показатели Ддимера у пациенток с МС в нашем исследовании оказались ниже, чем у пациенток без МС. Показатели РФМК, наоборот, были выше у пациенток с МС по сравнению с женщинами без метаболических нарушений. Однако достоверных отличий в системе

гемостаза у пациенток через 2–5 лет после менопаузы в начале исследования выявлено не было.

У женщин в постменопаузальном периоде не редко наблюдаются артериальные события (инфаркт миокарда, ишемический инсульт, геморрагический инсульт и периферические артериальные события). Их развитие может быть связано не только с повышенной коагуляцией, но и с факторами риска развития атеросклероза [21, 23].

У женщин с МС рекомендуется рассчитывать риски развития артериальных событий и индивидуальный сердечно-сосудистый риск, что можно осуществить, используя шкалу SCORE (SystematicCOronaryRiskEvaluation) [31, 35].

В нашем исследовании частота встречаемости среднего или умеренно повышенного риска по шкале SCORE у пациенток с МС оказалась выше, чем при отсутствии МС, RR=2,5 (ДИ 95% 1,4–4,2).

После обследования пациенток в начале исследования мы проводили динамическое наблюдение за пациентками, которые принимали препараты МГТ и за теми женщинами, которые отказались от гормональной терапии.

Надо отметить, что у пациенток, принимающих препараты МГТ, уже через 3 месяца лечения отмечалось значительное снижение количества приливов. Однако достоверное их уменьшение было получено через 12 месяцев лечения. У пациенток 2 группы, которые не принимали гормональное лечение и за которыми мы проводили динамическое наблюдение, значимых изменений в количестве приливов не наблюдалось. Причем количество приливов у данной категории женщин на протяжении всего исследования было сопоставимо как у пациенток с МС, так и без него.

При оценке самочувствия пациенток по результатам высчитывания ММИ у пациенток, которые принимали МГТ, отмечается его значительное снижение, но у женщин с МС данные изменения достоверные (рисунок 2).

На сегодняшний день получены доказательства того, что МГТ не только не провоцирует дополнительный набор массы тела, но способен его предотвращать и препятствовать абдоминальному перераспределению жира [36, 37]. У нас были получены следующие результаты.

В процессе исследования у пациенток 1а группы с МС через 3 месяца лечения отмечалось снижение ИМТ в среднем на 3,7% и составило около 3кг (от 1 до 4кг), че-

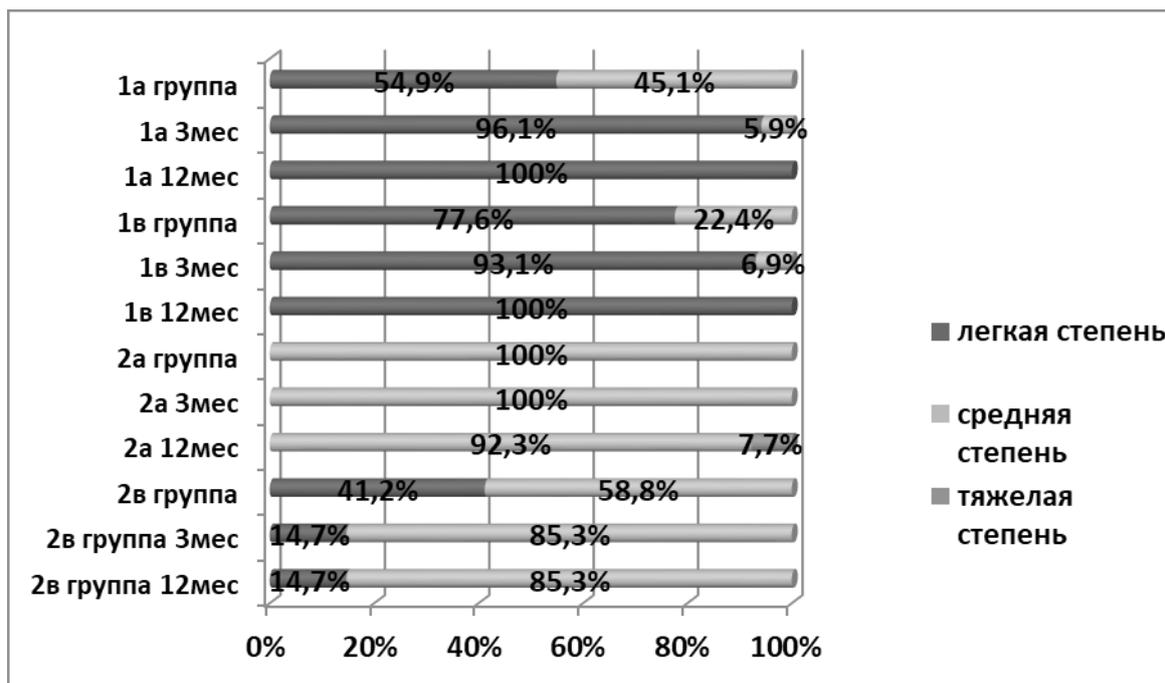


Рис. 2. Частота встречаемости различной степени выраженности по ММИ у обследуемых пациенток в ходе исследования.

рез 12 месяцев лечения снижение массы тела от начала лечения в среднем произошло на 5,7% и в среднем было равно 5кг (от 1 до 7кг). Интересно отметить, что у пациенток 1в группы на фоне лечения изменения массы тела практически не произошло.

Во 2 группе, где не проводилось гормональное лечение, у пациенток с МС произошло увеличение массы тела за 1 год наблюдения на 3%, что в среднем было равно 3кг (от 1 до 5кг), у пациенток без МС прибавка массы тела наблюдалась в среднем около 2кг (от 1 до 4кг), то есть увеличение ИМТ на 2%.

То есть, на фоне МГТ отмечается снижение массы тела именно у пациенток с МС, а без гормонального лечения отмечается прибавка массы тела, причем более выраженная у пациенток с МС. Данные выводы свидетельствуют о протективном влиянии МГТ в отношении увеличения массы тела, особенно при метаболических нарушениях.

В источниках литературы имеются данные о том, что индекс массы тела (ИМТ) является постоянным и ведущим фактором риска развития гиперплазии эндометрия или рака у женщин в пременопаузе. ИМТ следует учитывать при принятии решения об оценке состояния эндометрия у женщин с симптомами пременопаузы [14]. В процессе нашего исследования мы изучали состояние эндометрия у пациенток с МС и без него на фоне МГТ

и при ее отсутствии. Оказалось, что частота развития патологии эндометрия у пациенток с МС без гормонального лечения значительно выше по сравнению с пациентками без МС, RR=2,6 (ДИ 95% 1,2–5,3).

Если провести анализ, каким образом МГТ влияет на выявление патологии эндометрия, то окажется, что у пациенток с МС без лечения RR=7,2 (ДИ 95% 2,1–23,5) по сравнению с пациентками на фоне МГТ. То есть, назначение МГТ пациенткам с МС значительно снижает риски развития патологии эндометрия.

Известно, что наличие миомы матки является относительным противопоказанием для назначения МГТ. Также на фоне приема МГТ может наблюдаться рост миоматозных узлов и усиливаться кровотоки, что может явиться поводом для отмены препаратов МГТ. В нашем исследовании эти данные подтвердились. На фоне приема препаратов МГТ отмечалось повышение объема максимального миоматозного узла, причем у пациенток с МС уже через 3 месяца отмечалось его достоверное увеличение, а у пациенток без МС через 12 мес. При отсутствии лечения гормональными препаратами отмечается постепенное уменьшение максимального миоматозного узла, однако данные не достоверные. При проведении доплерометрии значимых изменений в показателях кровотока в маточных артериях и сосудах, кровоснабжающих миоматозные узлы, у пациенток в нашем исследовании обнаружено не было.

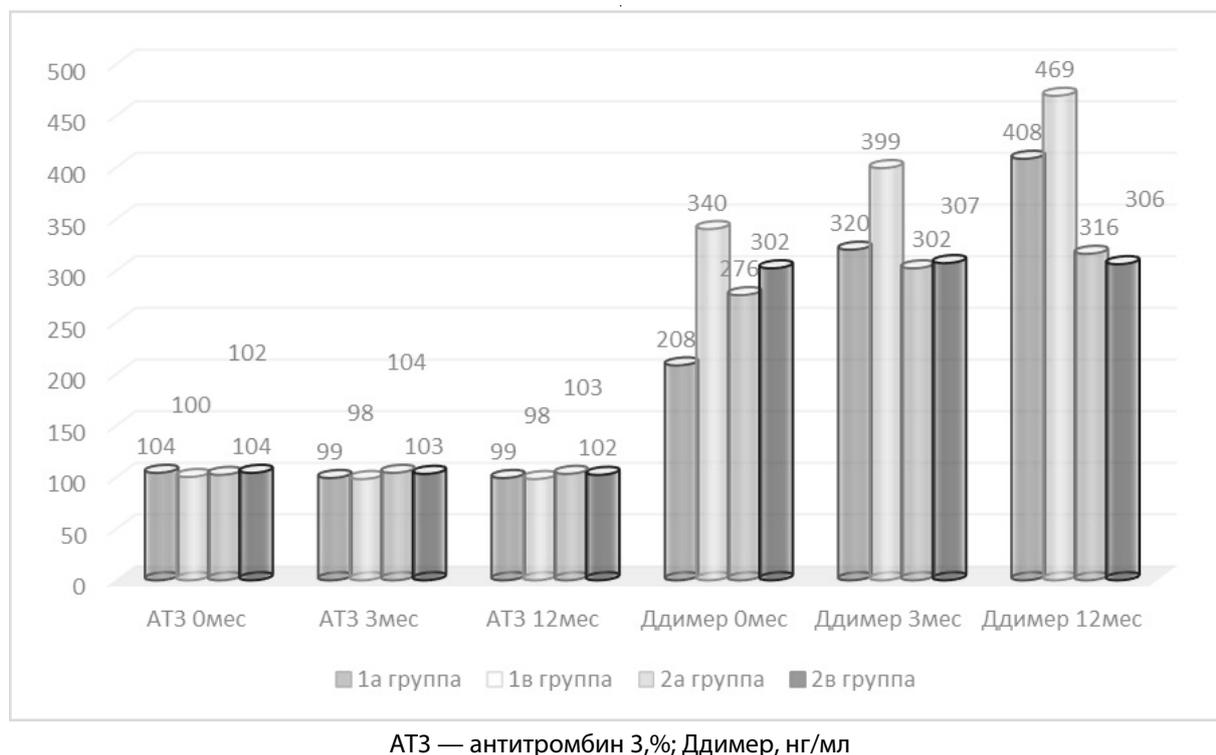


Рис. 3. Изменения показателей гемостаза у пациенток при динамическом исследовании.

В процессе динамического исследования за пациентками на фоне приема препаратов МГТ у пациенток с МС отмечалось незначительное снижение уровня холестерина в отличие от группы, где лечения гормональными препаратами не проводилось, там отмечалось незначительное повышение уровня холестерина, однако изменения были не достоверны. Уровень триглицеридов у пациенток с МС, где изначально отмечался высокий уровень данного показателя, изменений практически не было. В остальных группах отмечалось незначительное повышение триглицеридов, однако данные также оказались не достоверными.

Интересно отметить, что уровень триглицеридов выше 1,7ммоль/л у пациенток без МС, которые не принимали МГТ, увеличился в 1,7 раз. И у 4 пациенток 2в группы (11,8%) к концу исследования был диагностирован метаболический синдром (рисунок 2).

В источниках литературы можно встретить рекомендации, основанные на данных исследований, направленных на выявление биомаркеров риска тромбоза на фоне приема МГТ. Оказалось, что наибольшая ассоциация была обнаружена для Ддимера: OR (отношение шансов) 6,0 (95%, ДИ 3,6–9,8) [38], что дало возможность клинического применения Ддимерного тестирования до назначения гормональной терапии и на фоне приема МГТ [38].

При изучении особенностей гемостаза в процессе динамического наблюдения значимых изменений в уровне антитромбина 3 выявлено не было. Уровень Ддимера повышался у всех пациенток, более значимо на фоне приема препаратов МГТ, однако достоверных изменений выявлено не было (рисунок 3).

Анализируя изменения РФМК, обращает на себя внимание то, что у пациенток с МС показатели РФМК выше по сравнению с пациентками без МС. При динамическом наблюдении показатели РФМК увеличиваются у пациенток, принимающих препараты МГТ, также уровень РФМК увеличивается у пациенток с МС, которые не принимали гормональные препараты. Практически не изменились показатели РФМК у пациенток, не принимающие МГТ, и без МС (таблица 1).

В ходе исследования мы определяли чувствительность и специфичность диагностических методов в прогнозировании развития возможных осложнений. Наиболее значимыми показателями оказались РФМК и холестерин, определение которых поможет в определении тактики ведения пациенток, принимающих препараты МГТ (таблица 2).

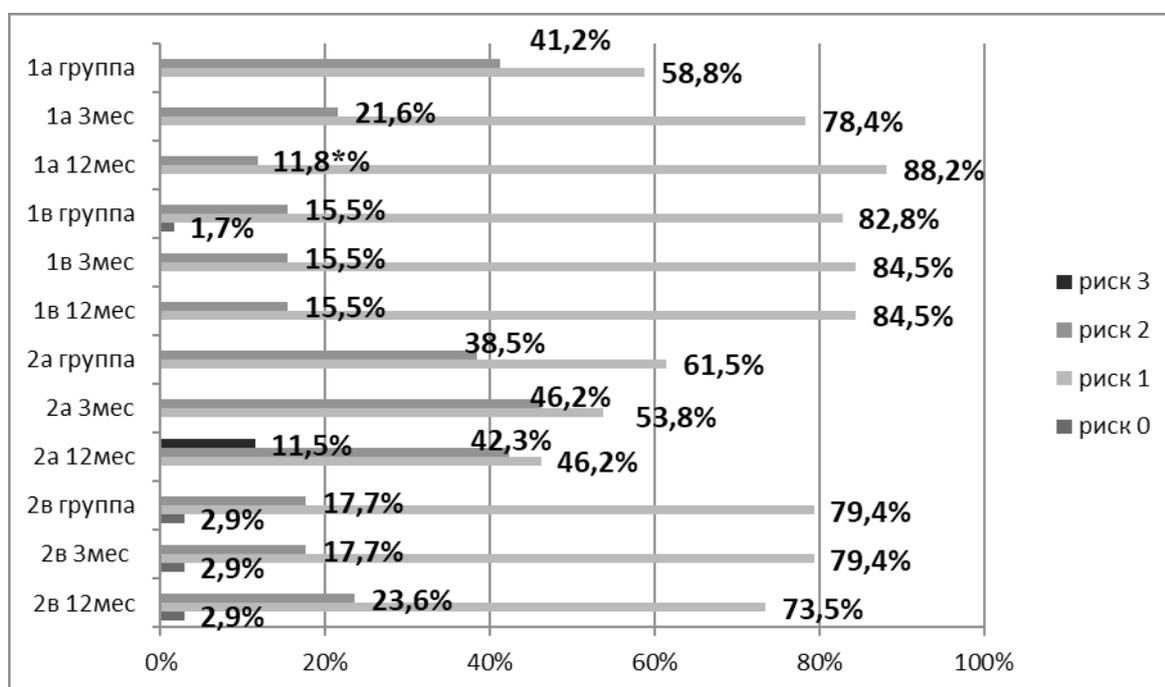
При подсчете сердечно-сосудистого риска по шкале SCORE было выявлено, что вероятность развития среднего или умеренно повышенного риска намного выше

Таблица 1. Средние значения РФМК у пациенток в процессе наблюдения.

Группы, n-169	Начало исследования	Через 3мес	Через 12мес
1а группа, n-51	6,2±2,1 (3–11)	6,7±2,3 (4–12)	7,3±2,5 (4–13)
1в группа, n-58	5,0±1,1 (3–8)	5,2±0,9 (3–7)	5,8±1,0 (3–8)
2а группа, n-26	6,5±2,2 (3–12)	6,9±2,4 (4–14)	7,2±2,2 (3–14)
2в группа, n-34	4,7±1,0 (2–7)	4,7±1,0 (2–8)	4,8±0,8 (2–6)

Таблица 2. Диагностическая ценность проводимых методов исследования.

Показатели	Чувствительность,%	Специфичность,%
Ддимер	36,7%	89,9%
РФМК	69,7%	51,4%
Общий холестерин	71,6%	53,2%
Триглицериды	55,9%	40,4%



\* —  $p < 0,05$  в сравнении с результатами в той же группе в начале исследования

Рис. 4. Изменения показателей по шкале SCORE у пациенток при динамическом исследовании.

у пациенток с МС до начала приема МГТ по сравнению с пациентками с МС на фоне приема препаратов: OR5,2 (ДИ 95% 1,9–14,5). А у пациенток без МС на фоне МГТ OR=1,0 (ДИ 95% 0,4–2,7). То есть, пациентки с МС до начала лечения подвержены большему риску, чем пациентки на фоне гормональной терапии. У пациенток без МГТ такой зависимости выявлено не было.

При сравнении пациенток с МС без приема МГТ и на фоне лечения OR=8,7 (ДИ 95% 2,8–27,6), что указы-

вает на то, что в целом МГТ оказывает благоприятное влияние на риски по шкале SCORE. Схожий результат был получен при сравнении пациенток без МС, которые не принимали гормональное лечение, с теми, кто принимал препараты МГТ, OR=7,5 (ДИ 95% (1,5–38).

Для простоты подсчетов мы условно обозначили риски по шкале SCORE следующим образом: низкий риск — 1, средний и умеренно повышенный риск — 2, высокий риск — 3, очень высокий риск — 4. При высчитывании

среднего значения по шкале SCORE оказалось, что его значения на фоне приема МГТ у пациенток с МС снижаются (рисунок 4).

При лечении пациенток с метаболическим синдромом терапевтические мероприятия должны быть направлены на основные звенья патогенеза данного патологического состояния [9, 39]: снижение массы тела, достижение хорошего метаболического контроля, достижение оптимального уровня АД, предупреждение острых и отдаленных сердечно-сосудистых осложнений.

Анализируя результаты, полученные в ходе нашего исследования, можно сказать, что были достигнуты хорошие результаты.

### Заключение

Частота встречаемости МС у женщин в постменопаузальном периоде по данным литературы достигает 40% случаев [9, 10, 11]. Эта категория женщин угрожаема по развитию пролиферативных заболеваний матки, особенно часто наблюдаются гиперпластические процессы эндометрия. У пациенток с МС высокая частота экстрагенитальной патологии. У пациенток без МС в постменопаузальном периоде также отмечается увеличение массы тела, что может потом в последующем привести к развитию метаболического синдрома. Назначая препараты МГТ, с учетом показаний и противопоказаний, можно добиться положительных результатов. Известно, что МГТ женщинам в раннем постменопаузальном периоде и/или в возрасте моложе 60 лет и борьба с избыточной массой тела снижают общую смертность на 30–52% и способствуют первичной профилактике ряда злокачественных опухолей, в том числе рака молочной же-

лезы, сахарного диабета 2 типа и сердечно-сосудистой заболеваемости [2, 40]. В ходе нашего исследования также отмечалось снижение массы тела у пациенток с МС на фоне приема МГТ, что может приводить к улучшению течения МС, который, как известно, сопровождается различными осложнениями. Кроме того, на фоне приема МГТ намного реже отмечается патология со стороны эндометрия.

Таким образом, препараты МГТ обладают защитным действием на сердечно-сосудистую систему, которое реализуется через различные механизмы. То есть, применение гормональной терапии с учетом противопоказаний для ее назначения дает возможность профилактировать те изменения, которые характерны для состояния на фоне дефицита эстрогенов, тем самым помогают продлить активный период жизнедеятельности женщин, увеличить продолжительность жизни, значительно снизить уровень сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности [24, 34, 41, 42]. Результаты нашего исследования подтверждают выводы многих авторов о том, что у здоровых женщин в возрасте 50–60 лет баланс риска и пользы является положительным при использовании МГТ, причем риски считаются редкими [43, 44, 45]. У женщин с МС риски, безусловно, выше по сравнению со здоровыми пациентками, но по результатам нашего исследования оказалось, что назначение МГТ в раннем постменопаузальном периоде женщинам с МС обладает рядом положительных эффектов. И правильно подобранная гормональная терапия климактерических нарушений у женщин в пери- и раннем постменопаузальном периоде является эффективным и безопасным методом профилактики и лечения ММС, создающего предпосылки для развития ССЗ и СД 2 типа [46].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян О.Р., Андреева Е.Н. и соавт. Ожирение и менопауза. — Ожирение у женщин. Под редакцией Г.А. Мельниченко, Н.К. Никифоровского. — М.: Медицинское информационное агентство. — 2017. — С. 233–268.
2. Юренева С.В. Оптимизация рисков МГТ: монотерапия трансдермальными эстрогенами или в комбинации с микроенизированной прогестероном. Преимущества в отношении венозной тромбоземболии и рака молочной железы. — Акушерство и гинекология. — 2015. — № 5. — С. 19–25.
3. Karaoulanis et al. The role of cytokines and hot flashes in perimenopausal depression. *Ann.Gen.Psychiatry.* — 2012. — Vol. 11. — P. 9.
4. Репина М.А. Менопаузальный метаболический синдром и ожирение. — Журнал акушерства и женских болезней. — 2003. — Том 52. — № 3. — С. 75–84.
5. Boneva R.S., Lin J.M., Unger E.R. Early menopause and other gynecologic risk indicators for chronic fatigue syndrome in women. — *Menopause.* — 2015 Aug. — 22(8): 826–834.
6. Karim R., Stanczyk F.Z., Hodis H.N., Cushman M., Lobo R.A., Hwang J., Mack W.J. Associations between Markers of Inflammation and Physiological and Pharmacological Levels of Circulating Sex Hormones in Postmenopausal Women. — *Menopause.* — 2010. — 17 (4): 785–790.
7. Savva C., Korach-AndreM. Estrogen Receptor beta (ERβ) Regulation of Lipid Homeostasis—Does Sex Matter?—*Metabolites.* — 2020 Mar 20. — 10(3):116.
8. Чазова И.Е., Мычка В.Б. Метаболический синдром. Москва. — Медиа Медика. — 2008. — С. 320.
9. Рекомендации по ведению больных с метаболическим синдромом. Кдинические рекомендации. — Москва. — 2013. — 44с.
10. Glogowska-Szeląg J. Assessment of the relationship between bmd and body mass index bmi in women with postmenopausal osteoporosis.—*Wiad Lek.* — 2018. — 71(9):1714–1718.

11. Hallajzadeh J., Khoramdad M., Izadi N., Karamzad N. et al. Metabolic syndrome and its components in premenopausal and postmenopausal women: a comprehensive systematic review and meta-analysis on observational studies. — *Menopause*. — 2018 Oct. — 25(10):1155–1164.
12. Arnold M., Pandeya N., Byrnes G., Renehan P.A.G., Stevens G.A., Ezzati P.M. et al. Global burden of cancer attributable to high body-mass index in 2012: a population-based study. — *LancetOncol*. — 2015. — 16(1): 36–46.
13. Gershuni V., Li Y.R., Williams A.D., So A., Steel L., Carrigan E. et al. Breast cancer subtype distribution is different in normal weight, overweight, and obese women. — *BreastCancerRes. Treat.* — 2017. — 163(2): 375–81.
14. Wise M.R., Jordan V., Lagas A. et al. Obesity and endometrial hyperplasia and cancer in premenopausal women: A systematic review. — *Am J ObstetGynecol.* — 2016. — 214 (6): 689.
15. Esposito K., Chiodini P., Colao A., Lenzi A., Giugliano D. Metabolic syndrome and risk of cancer: a systematic review and meta-analysis. — *Diabetes Care.* — 2012 Nov. — 35(11):2402–11.
16. Godina C., Ottander E., Tryggvadottir H., Borgquist S., Isaksson K., Jernstrom H. Prognostic Impact of Menopausal Hormone Therapy in Breast Cancer Differs According to Tumor Characteristics and Treatment. — *Front Oncol.* — 2020 Feb 6. — 10:80.
17. Gravena A.A.F., Romeiro Lopes T.C., Demitto M.O. et al. The Obesity and the Risk of Breast Cancer among Pre and Postmenopausal Women. — *AsianPac J CancerPrev.* — 2018 Sep 26. — 19(9):2429–2436.
18. Lauby-Secretan B., Scoccianti C., Loomis D., Grosse Y., Bianchini F., Straif K. International Agency for Research on Cancer Handbook Working Group. Body fatness and cancer — viewpoint of the IARC Working Group. — *N. Engl. J. Med.* — 2016. — 375(8): 794–8.
19. Onstad M.A., Schmandt R., Lu K.H. Addressing the role of obesity in endometrial cancer risk, prevention, and treatment. — *J. Clin. Oncol.* — 2016. — 34(35): 4225–30.
20. Davies H.O., Popplewell M., Singhal R. et al. Obesity and lower limb venous disease — The epidemic of phlebesity. — *Phlebology.* — 2017. — 32 (4): 227–233.
21. Siegerink B., Maino A., Algra A., Rosendaal F.R. Hypercoagulability and the risk of myocardial infarction and ischemic stroke in young women. — *J. Thromb. Haemost.* — 2015. — 13(9): 1568–75.
22. Yeung E.H., Zhang C., Albert P.S., Mumford S.L. et al. Adiposity and sex hormones across the menstrual cycle: the BioCycle Study. — *Int J Obes.* — 2013. — 37(2): 237–243.
23. Zhou Y.Y., Qiu H.M., Yang Y., Han Y.Y. Analysis of risk factors for carotid intima-media thickness in patients with type 2 diabetes mellitus in Western China assessed by logistic regression combined with a decision tree model. — *DiabetolMetabSyndr.* — 2020 Jan 28. — 12:8.
24. Доброхотова Ю.Э., Ильина И.Ю. Синдром постгистерэктомии. Диагностика и лечение. — *ГЭОТАР-Медиа.* — 2017. — 208с.
25. Мадянов И.В. Поведенческие типы у больных с экзогенноконституциональным ожирением и метаболическим синдромом. — *Здравоохранение Чувашии.* — 2016. — № 3. — С. 10–14.
26. Протасова А.Э., Юренева С.В., Байрамова Н.Н., Комедина В.И. Менопауза, ожирение и коморбидность: возможности менопаузальной гормональной терапии. — *Акушерство и гинекология.* — 2019. — № 5. — С. 43–48.
27. Bltimel J.E., Fica J., Chedraui P. et al. Collaborative Group for Research of the Climacteric in Latin America. Sedentary lifestyle in middle-aged women is associated with severe menopausal symptoms and obesity. — *Menopause.* — 2016 May. — 23(5): 488–93.
28. Seif M.W., Diamond K., Nickkho-Amiry M., Seif M.W. Obesity and menstrual disorders. — *Best Pract Res ClinObstetGynaecol.* — 2015. — 29 (4): 516–27.
29. Xu B., Zhang J., Xu Y. et al. Association between history of abortion and metabolic syndrome in middle-aged and elderly Chinese women. — *FrontMed.* — 2013. — 7 (1): 132–7.
30. Takeda T., Sakata M., Isobe A. et al. Relationship between metabolic syndrome and uterine leiomyomas: a case-control study. — *GynecolObstetInvest.* — 2008. — 66 (1): 14–7.
31. Кузнецова И.В. Эндотелиальная дисфункция в контексте нарушений здоровья женщин от менархе до менопаузы. — *Медицинский алфавит.* — 2019. — Том 4. — № 33(408). — С. 6–14.
32. Hinsbergh V.W. Endothelium — role in regulation of coagulation and inflammation. — *SeminImmunopathol.* — 2012. — 34: 93–106.
33. Kotseva K., Wood D., DeBacquer D. et al. EUROASPIRE IV: a European Society of Cardiology survey on the lifestyle, risk factor and therapeutic management of coronary patients from 24 European countries. — *Eur J PrevCardiol.* — 2016. — 23: 636–648.
34. Андреева Е.Н., Шереметьева Е.В. Психические аспекты и нарушение жирового обмена в климактерии. — *Акушерство и гинекология.* — 2019. — № 9. — С. 165–172.
35. Mortensen M.B., Afzal S., Nordestgaard B.G., Falk E. The high-density lipoprotein-adjusted SCORE model worsens SCORE-based risk classification in a contemporary population of 30,824 Europeans: the Copenhagen General Population Study. — *Eur Heart J.* — 2015. — 36: 2446–2453.
36. Мадянов И.В., Мадянова Т.С. Менопаузальная гормональная терапия при основных эндокринных заболеваниях. — *Практическая медицина.* — 2019. — Том 17. — № 4. — С. 118–122.
37. Mauvais-Jarvis F., Manson J.E., Stevenson J.C., Fonseca V.A. Menopausal hormone therapy and type 2 diabetes prevention: Evidence, mechanisms and clinical implications. — *Endocr. Rev.* — 2017. — 38(3): 173–88.
38. Cushman M., Larson J.C., Rosendaal F.R., Heckbert S.R. et al. Biomarkers, menopausal hormone therapy and risk of venous thrombosis: The Women's Health Initiative. — *ResPractThrombHaemost.* — 2018 Apr 17. — 2(2):310–319.
39. Alligier M., Barres R., Blaak E.E., Boirie Y. et al. OBEDIS Core Variables Project: European Expert Guidelines on a Minimal Core Set of Variables to Include in Randomized, Controlled Clinical Trials of Obesity Interventions. — *ObesFacts.* — 2020. — 13(1):1–28.
40. Potter B., Schragger S., Dalby J., Torell E., Hampton A. Menopause. Primary Care: Clinics in Office Practice. — 2018. — 45(4):625–641.

41. Drost J.T., van der Schouw Y.T., Herber-Gast G.C., Maas A.H. More vasomotor symptoms in menopause among women with a history of hypertensive pregnancy diseases compared with women with normotensive pregnancies. — *Menopause*. — 2013. — 20 (10): 1006–1011.
42. Nudy M., Chichilli V.M., Foy A.J. A systematic review and meta-regression analysis to examine the 'timing hypothesis' of hormone replacement therapy on mortality, coronary heart disease, and stroke. — *IJC Heart & Vasculature*. — 2019. — 22: 123–131.
43. Compston J.E., McClung M.R., Leslie W.D. Osteoporosis. *Lancet*. — 2019. — 393 (10169):364–376.
44. Lobo R.A. Hormone-replacement therapy: current thinking. *NatRevEndocrinol*. — 2017 Apr. — 13(4):220–231.
45. Tremollieres F. Assessment and hormonal management of osteoporosis. *Climacteric*. — 2019. — 22(2):122–126.
46. Григорян О.Р. Менопаузальный синдром у женщин с сахарным диабетом. — *Сахарный диабет*. — 2013. — № 3. — С. 103–108.

© Уруджева Наида Ганифаевна ( sm.naida9991@mail.ru ),

Эседова Асият Эседовна ( asiyat\_idrisova@bk.ru ), Мамедов Ферзи Султанович ( zaenal.zaenalov@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕВОСИМЕНДАНА В КАЧЕСТВЕ ПРЕДОПЕРАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕРЕД ХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА У ПАЦИЕНТОВ С СИСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

## 1. QUALITY OF LIFE IN PATIENTS WITH LOW EJECTION FRACTIONS AFTER VARIOUS METHODS OF MYOCARDIAL REVASCULARIZATION ON THE OPEN HEART

**N. Kharitonov  
K. Golubeva  
V. Vitsukayev  
N. Trofimov  
P. Makalskiy  
V. Zavgorodniy**

*Summary.* Purpose of the study. To study the effect of levosimendan infusions as a preoperative preparation before myocardial revascularization surgery in patients with reduced left ventricular ejection fraction, as well as on left ventricular remodeling processes and changes in overall myocardial contractility in the postoperative period.

*Material and methods.* A comprehensive retrospective analysis of data from 313 patients who underwent coronary bypass surgery (OPCAB or CABG) from 2008 to 2018 was performed. The patients were divided into two groups: 1st control group — patients with myocardial revascularization without treatment with Levosimendan (n= 190 patients). 2nd study group — patients with myocardial revascularization with preoperative preparation with Levosimendan (n= 123 patients).

*Results.* Left ventricular ejection fraction significantly increased in the postoperative period in patients in both groups ( $p < 0.05$ ), however, in the group using levosimendan, the increase in LV ejection fraction after surgery was higher ( $p < 0.027$ ). Also, in the study group, norepinephrine and dopamine infusion in the postoperative period was required much less frequently than in the control group. ( $p < 0.05$ ). Based on the analysis of mortality in the two groups in the early postoperative period, it turned out that in the group where levosimendan was used, the mortality was zero, while in the other group, the mortality was 9 people ( $p = 0.013$ ). The volume parameters of the heart chambers in the postoperative period decreased in both groups, however, in the group with levosimendan infusion, this indicator was significantly higher. ( $p < 0.05$ ).

*Keywords:* coronary artery bypass grafting, levosimendan, low ejection fraction, ischemic heart disease.

**Харитонов Николай Владимирович**

Врач сердечно-сосудистый хирург, Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий федерального медико-биологического агентства, Московская область, г. Химки  
xariton27@gmail.com

**Голубева Ксения Станиславовна**

Врач сердечно-сосудистый хирург, Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий федерального медико-биологического агентства, Московская область, г. Химки  
ksugol93@yandex.ru

**Вицукаев Виталий Васильевич**

К.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург, Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий федерального медико-биологического агентства, Московская область, г. Химки  
vivavic@rambler.ru

**Трофимов Николай Александрович**

Д.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург, ФГБОУ ВО Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары  
nikolai.trofimov@mail.ru

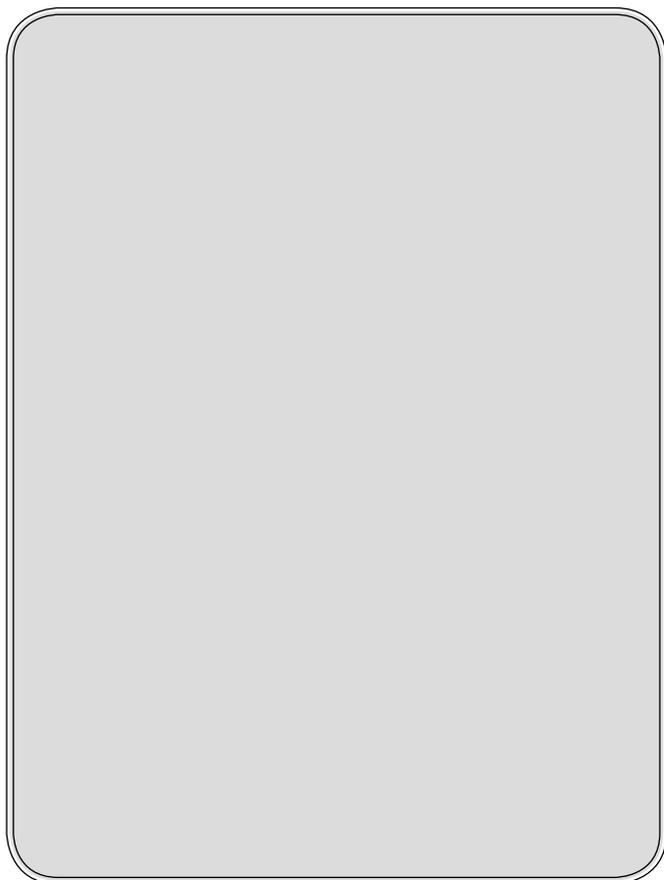
**Макальский Петр Дмитриевич**

Врач сердечно-сосудистый хирург, Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий федерального медико-биологического агентства, Московская область, г. Химки  
makalskii@gmail.com

**Завгородний Вячеслав Николаевич**

Врач сердечно-сосудистый хирург; Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий федерального медико-биологического агентства, Московская область, г. Химки  
zav31@mail.ru

*Аннотация.* Цель исследования. Изучение влияния инфузии левосимендана в качестве предоперационной подготовки перед операцией по реваскуляризации миокарда у пациентов со сниженной фракцией выброса левого желудочка, а также на процессы ремоделирования левого желудочка и изменение показателей общей сократимости миокарда в послеоперационном периоде.



### Актуальность

**И**шемическая болезнь сердца (ИБС) занимает одну из лидирующих позиций среди причин смерти в современном мире, а также в России. [1] Данное состояние является самым распространенным заболеванием сердечно-сосудистой системы и одной из причин снижения насосной функции сердца, тем самым приводит к уменьшению фракции выброса (ФВ) и сердечной недостаточности. [2] Не смотря на лекарственную терапию и современные возможности рентгенэндоваскулярного лечения, операция аортокоронарного шунтирования (АКШ) по-прежнему является ведущим методом лечения пациентов с ИБС с многососудистым и стволовым поражением коронарных артерий. [3] Операция коронарного шунтирования проводится по двум методикам: с использованием аппарата искусственного кровообращения (АКШ on-pump) или же на работающем сердце (АКШ off-pump). [4]

На данный момент одним из серьезных осложнений раннего послеоперационного периода у пациентов с низкой ФВ является снижение минутного объема крови или так называемый синдром малого сердечного выброса (СМСВ), который коррелирует с высоким риском развития органной недостаточности и смерти. Патогенез

Материал и методы. Выполнен сплошной ретроспективный анализ данных истории болезни 313 пациентов, которым было выполнено коронарное шунтирование (ОКСАВ или САВГ) в период с 2008 г по 2018 г. Больные были распределены на две группы: 1-я контрольная группа — пациенты с реваскуляризацией миокарда без подготовки Левосименданом (n= 190 пациентов); 2-я исследуемая группа — пациенты с реваскуляризацией миокарда с предоперационной подготовкой Левосименданом (n= 123 пациента).

Результаты и выводы. Фракция выброса левого желудочка значительно увеличилась в послеоперационном периоде у пациентов в обеих группах ( $p < 0,05$ ), однако в группе с использованием левосимендана показатель прироста фракции изгнания ЛЖ после операции был выше ( $p < 0,027$ ). Так же в исследуемой группе у пациентов инфузия норадреналина и допамина в послеоперационном периоде, требовалась значительно реже, чем в группе контроля. ( $p < 0,05$ ). Исходя из анализа летальности двух групп в раннем послеоперационном периоде, выяснилось, что в группе, где применялся левосимендан, летальность была нулевая, в другой группе же летальность составила 9 человек ( $p = 0,013$ ). Объемные параметры камер сердца в послеоперационном периоде уменьшились в обеих группах, однако в группе с инфузией левосимендана данный показатель был значительно выше. ( $p < 0,05$ ).

*Ключевые слова:* аортокоронарное шунтирование, левосимендан, низкая фракция выброса, ишемическая болезнь сердца.

СМСВ связан с реперфузионным повреждением, воспалением и сужением сосудов в системном и малом круге кровообращения. [5] Для снижения риска развития СМСВ у пациентов с систолической дисфункцией левого желудочка в целях предоперационной подготовки применяется препарат «Левосимендан», обладающий кардиопротективными и ионотропными свойствами. Левосимендан — кардиотоническое средство, повышающее чувствительность сократительных белков к кальцию путем связывания с тропонином С миокарда в кальциево-зависимой фазе. Благодаря положительному ионотропному и вазодилатирующему эффекту при сердечной недостаточности повышает силу сердечных сокращений и уменьшает как преднагрузку, так и постнагрузку. [6] Данный препарат впервые был зарегистрирован в Швеции в 2000 году. На данный момент он применяется для лечения сердечной недостаточности в 60 странах мира, в том числе и в России. [7]

### Цель

Целью данного исследования является анализ эффективности препарата «Симдакс» (левосимендан) в рамках предоперационной подготовки перед операцией реваскуляризации миокарда на работающем сердце для улучшения сократительной способности миокарда, сни-

Таблица 1. Описательная характеристика выборки.

Показатели	Категории	Абс.	%
ПОЛ, 0-Ж 1-М	женский	35	11,2
	мужской	278	88,8
ОРСАВ-0 САВГ-1	ОРСАВ	177	56,5
	САВГ	136	43,5
Предоперационная подготовка 0 –нет 2-левосимендан	нет	190	60,7
	левосимендан	123	39,3

Таблица 2. Анализ динамики фракции выброса в зависимости от показателя “Предоперационная подготовка 0 –нет, 2-левосимендан,

Предоперационная подготовка	Этапы наблюдения				P
	ФВ дооперации		ФВ послеоперации		
	Me	Q <sub>1</sub> — Q <sub>3</sub>	Me	Q <sub>1</sub> — Q <sub>3</sub>	
Нет	38 (n=188)	33–40	41 (n=188)	39–46	< 0,001*
Левосимендан	36 (n=119)	32–40	43 (n=119)	38–45	< 0,001*
P	0,086		0,027*		–

\* — различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

жения риска развития СМСВ в раннем послеоперационном периоде и влияние препарата на процесс ремоделирования левого желудочка.

### Материалы и методы

Для ретроспективного анализа было отобрано 313 операций изолированного коронарного шунтирования больным с исходно сниженной фракцией выброса (менее 40%). Пациенты наблюдались в раннем послеоперационном периоде, во время нахождения в условиях стационара. Все операции проведены в период с 2008 по 2018 год в кардиохирургическом отделении ФГБУ ФКЦ ВМТ ФМБА России г. Химки.

Критериями включения в исследование являлись:

- ◆ стабильные пациенты с хронической ИБС на фоне сниженной фракции выброса (менее 40%), которым было проведено коронарное шунтирование.

Критериями исключения являлись:

- ◆ пациенты с гемодинамически значимым поражением периферических артерий;
- ◆ пациенты с сопутствующими врожденными или приобретенными пороками сердца, требующими хирургической коррекции;
- ◆ пациенты с постинфарктной аневризмой левого желудочка, перенесенной тромбоэмболией легочной артерии

В зависимости от предоперационной подготовки левосименданом, пациенты были распределены на 2 группы:

1. Контрольная группа: Реваскуляризация миокарда без подготовки Левосименданом (n= 190 пациентов)
2. Исследуемая группа: Реваскуляризация миокарда с предоперационной подготовкой Левосименданом (n= 123 пациента).

Инфузию левосимендана (Симдакс, «Орион Корпорейшн», Финляндия) проводили в нагрузочной дозе 12,5 мкг/кг массы тела в течение 24 часов до оперативного вмешательства.

Анестезиологическое пособие проводилось у всех пациентов при помощи комбинированного эндотрахеального наркоза. Хирургический доступ к сердцу осуществлялся через срединную стернотомию. В качестве кондуитов для шунтирования использовались: внутренняя грудная артерия (ЛВГА и/или ПВГА), большая подкожная вена (БПВ), лучевая артерия.

Всем пациентам в первую очередь формировали дистальные анастомозы, а проксимальные анастомозы формировались на боковом отжатии аорты.

Операции проводились как в условиях ИК с использованием кардиopleгии (САВГ), так и на работающем сердце (ОРСАВ).

Таблица 3. Инотропная поддержка после операции в зависимости от предоперационной подготовки.

Показатели	Категории	Предоперационная подготовка		P
		Нет	Левосимендан	
Допамин	Без инфузии	33 (47,8)	36 (52,2)	0,013*
	инфузия	157 (64,3)	87 (35,7)	
Добутамин	Без инфузии	176 (60,3)	116 (39,7)	0,562
	инфузия	14 (66,7)	7 (33,3)	
Адреналин	Без инфузии	182 (61,1)	116 (38,9)	0,594
	инфузия	8 (53,3)	7 (46,7)	
Норадреналин	Без инфузии	161 (58,3)	115 (41,7)	0,019*
	инфузия	29 (78,4)	8 (21,6)	

\* — различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

Все операции на ИК осуществлялись в условиях нормотермии, подключение по стандартной схеме: правое предсердие — аорта. Проводилась тепловая кровяная кардиоплегия по методике Калафиоре (Calafiore).

На операциях ОРСАВ применялись вакуумные стабилизаторы миокарда и накладывался глубокий шов на перикард для экспозиции коронарных артерий.

Эхокардиографические показатели рассчитывались по Тейхольцу.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 2.5.6 (разработчик — ООО “Статтех”, Россия).

### Результаты и обсуждения

Средний возраст оперированных больных составил 63 года. Мужчин было 88.8%, женщин 11.2% соответственно.

Нами был проведен анализ изменения фракции выброса ЛЖ до и после коронарного шунтирования. (Табл. 2)

Анализ показал, что в контрольной и исследуемой группе, фракция выброса левого желудочка значимо (p < 0,05) выросла. Однако отмечается, что в группе с предоперационной подготовкой левосименданом, показатель прироста фракции изгнания ЛЖ после операции, был статистически выше (p < 0,027).

Фракция выброса является основным показателем систолической функции левого желудочка. В практике она используется для диагностики сердечной недостаточности, хотя не является показателем сократительной способности миокарда. ФВ ЛЖ зависит от величины объемов полости ЛЖ, преднагрузки и постнагрузки, ритма сердца и функционирования клапанов сердца. Именно

поэтому расчет ФВ ЛЖ при помощи эхокардиографии широко используется для диагностики сердечной недостаточности, так как данный метод является одним из самых доступных и достаточно точным.[8] ФВ ЛЖ — это отношение ударного объема (УО) к конечному диастолическому объему (КДО), которое выражается в процентах. Она показывает, какую часть крови выталкивает ЛЖ в момент его сокращения в просвет аорты. Исходя из этого можно оценить так называемую «насосную функцию сердца», чем ниже фракция выброса, тем хуже прогноз и дальнейшая выживаемость. [9] Пациенты, которые перенесли операцию на сердце, могут столкнуться с синдромом низкого сердечного выброса (СНСВ), что является катастрофическим событием, которое может привести к жизнеугрожающим осложнениям. При СНСВ уровень смертности этих пациентов может достигать 16,9% (по сравнению с 0,9% без СНСВ). Послеоперационное снижение функции левого желудочка было признано основным фактором риска СНСВ. [10]

В кардиохирургии для инотропной поддержки во время операции и в раннем послеоперационном периоде используются кардиотонические препараты (инотропы) и вазопрессоры, такие как добутамин, допамин, норадреналин, адреналин. Данные препараты увеличивают частоту сердечных сокращений, увеличивают ударный и минутный объемы сердца, увеличивают коронарный кровоток, снижают общее периферическое сосудистое сопротивление, тем самым, позволяют поддерживать стабильную гемодинамику.

Мы провели сравнительный анализ гемодинамической инотропной поддержки в раннем послеоперационном периоде. (таблица 3)

В соответствии с представленной таблицей, при анализе показателя “Предоперационная подготовка” в зависимости от показателя “Допамин”, и показателя “Норадреналин”, были выявлены существенные различия (p = 0,013, p = 0,019 соответственно) (используемые

Таблица 4. Анализ показателя “Летальный исход” в зависимости от показателя «Предоперационная подготовка»

Показатель	Категории	Предоперационная подготовка 0 -нет, 1 — ВАБК, 2-левосимендан, 3 = 1+2		p
		Нет	левосимендан	
Летальныйисход	Благоприятный исход	181 (95,3)	123 (100,0)	0,013*
	Летальныйисход	9 (4,7)	0 (0,0)	

\* — различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

Таблица 5. Анализ показателя “ОРСАВ-0 САВГ-1” в зависимости от показателя “Летальный исход”

Показатель	Категории	Летальныйисход		p
		Благоприятный исход	Летальныйисход	
ОРСАВ-0 САВГ-1	ОРСАВ	176 (57,9)	1 (11,1)	0,012*
	САВГ	128 (42,1)	8 (88,9)	

\* — различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

*методы: Хи-квадрат Пирсона, Хи-квадрат Пирсона).* У пациентов в исследуемой группе инфузия норадреналина и допамина в послеоперационном периоде, требовалась значительно реже, чем в группе контроля. (p < 0,05). По остальным инотропным препаратам для поддержки сердечной деятельности, статистической разницы выявлено не было.

Полученные результаты коррелируют с многочисленными клиническими исследованиями. Так, CuneytEris и коллеги ретроспективно оценивали сорок пациентов с изолированной ИБС, у которых фракция выброса левого желудочка (ФВЛЖ) была менее 30%, и которым в целях предоперационной подготовки проводились инфузии левосимендана. Они выявили, что в раннем послеоперационном периоде потребность в инотропной поддержке снизилась, а также значительно сократилось время ИВЛ. [11]

В двойном слепом рандомизированном исследовании «InoHusedinoviæetal» 24 пациента получали либо плацебо, либо левосимендан в дозе 12 мкг/кг в виде инфузии перед операцией аорто-коронарного шунтирования. После инфузии сердечный индекс и ФВ ЛЖ были значительно выше в группе левосимендана, чем в группе плацебо (p = 0,018 для каждого) [12]

В двойном слепом исследовании «Kodallietal» сравнили левосимендан в дозировке 0,1 мкг/кг/мин инфузией и плацебо после индукции общей анестезии двойным слепым методом. Пациенты, которые получили левосимендан имели выше сердечный индекс, чем пациенты, получившие плацебо.[13] В другом двойном слепом рандомизированном исследовании, проведенном Shah и его коллегами, сравнивали предоперационное введение

левосимендана в дозировке 200 мкг/кг в течение 24 часов через инфузомат с плацебо для КШ без искусственного кровообращения у 50 пациентов с дисфункцией левого желудочка (ФВ ЛЖ <30%). По сравнению с контрольной группой у больных, получавших левосимендан, в операционном и раннем послеоперационном периодах были выше показатели сердечного индекса. Кроме того, в группе пациентов получавших левосимендан продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии и длительность госпитализации сократилась. [14]

Таким образом можно сказать, что предоперационная инфузия левосимендана улучшает гемодинамику в раннем послеоперационном периоде и снижает потребность в инотропной поддержке.

Нами был произведен анализ летальности двух групп в раннем послеоперационном периоде, в ходе которого выяснилось, что в той группе, где в качестве предоперационной подготовки применялся левосимендан, летальность была нулевая, в противной группе же летальность составила 9 человек. Статистически разница подтвердилась (p = 0,013). Табл. 4

Стоит отметить, что среди умерших также была выявлена статистическая разница, в зависимости от методики выполнения оперативного вмешательства (ОРСАВ или САВГ) (таблица 5) Летальность была выше в группе, оперированной в условиях искусственного кровообращения и кардиоплегии (p = 0,012)

Мы исследовали изменения лабораторных и экографических (объемных) показателей после операции. (Табл. 6)

Таблица 6. Изменения лабораторных и объемных показателей в зависимости от предоперационной подготовки.

Показатели		Предоперационная подготовка		
		Нет	левосимендан	P
Лейкоциты	Ме «ДО»	7(n=183)	7(n=112)	0,736
	Ме «ПОСЛЕ»	11(n=183)	13(n=112)	
Гемоглобин	Ме «ДО»	145(n=183)	143(n=112)	0,435
	Ме «ПОСЛЕ»	117(n=183)	117(n=112)	
Креатинин	Ме «ДО»	99(n=183)	96(n=112)	0,402
	Ме «ПОСЛЕ»	103(n=183)	101(n=112)	
Мочевина	Ме «ДО»	6(n=183)	6(n=112)	0,235
	Ме «ПОСЛЕ»	8(n=183)	8(n=112)	
КДО	Ме «ДО»	164(n=183)	174(n=112)	0,096
	Ме «ПОСЛЕ»	143(n=183)	150(n=112)	
КСО	Ме «ДО»	101(n=183)	109(n=112)	0,048*
	Ме «ПОСЛЕ»	82 (n=183)	77 (n=112)	
P		< 0,001*	< 0,001*	

Таблица 7. Время ИВЛ и часы пребывания в ОРИТ в зависимости от предоперационной подготовки

Показатели	Категории	Предоперационная подготовка			p
		Ме	Q <sub>1</sub> — Q <sub>3</sub>	N	
ОРИТч (часы)	нет	21	19–37	188	0,128
	левосимендан	22	20–40	118	
ИВЛ/мин (минуты)	нет	180	150–220	187	0,305
	левосимендан	185	155–240	121	

По лабораторным показателям статистически значимых различий не выявлено. (p > 0,05)

В группе с левосименданом дельта отрицательного изменения показателя конечно-систолического объема была значимо выше, чем в группе без предоперационной подготовки левосименданом. (p = 0,048)

Как известно, конечный систолический объем (КСО) это количество крови, остающееся в желудочке сразу после систолы. Данный показатель в клинической практике используется для измерения адекватности опорожнения сердца и характеристики сократимости миокарда левого желудочка КСО является лучшим предиктором положительных отдаленных результатов, так как является отражением систолической функции левого желудочка. [15]

При анализе двух групп по времени искусственной вентиляции легких и нахождении в условиях реанимации, статистическая значимость нами не выявлена. (Таблица 7)

### ВЫВОДЫ

Систолическая функция левого желудочка после операции реваскуляризации миокарда у пациентов с исходно низкой фракцией выброса-улучшилась (p < 0,05). Необходимо отметить, что в группе пациентов у которых использовалась инфузия левосимендана в целях предоперационной подготовки, дельта прироста фракции выброса была выше, чем в группе без использования левосимендана (p < 0,027).

Потребность в инотропной поддержке кардиотоническими препаратами (норадреналин, допамин) была ниже

в группе пациентов, у которых использовался левосимендан в качестве предоперационной подготовки ( $p < 0,05$ ).

Показатель летальности был выше в группе без использования левосимендана, по сравнению с группой пациентов, у которых инфузия данным препаратом использовалась с целью предоперационной подготовки ( $p = 0,013$ ). Так же было отмечено, что летальность была выше в группе, оперированной в условиях искусственного кровообращения и кардиopleгии ( $p = 0,012$ ).

Объемные параметры камер сердца в послеоперационном периоде уменьшились в обеих группах, однако

в группе с инфузией левосимендана данный показатель был значимо выше ( $p < 0,05$ ).

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

#### Прозрачность финансовой деятельности

Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах исследования

#### ЛИТЕРАТУРА

- Barbarash OL, Karpov YA, Kashtalov V V., et al. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал. 2020;25(11):4076. doi:10.15829/291560-4071-2020-4076
- Beitzke D, Gremmel F, Senn D, et al. Effects of Levosimendan on cardiac function, size and strain in heart failure patients. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2021;37(3):1063–1071. doi:10.1007/S10554-020-02077-Z
- Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021;42(34):3227–3337. doi:10.1093/EURHEARTJ/EHAB484
- McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2021;42(36):3599–3726. doi:10.1093/EURHEARTJ/EHAB368
- Khaled M, Almoghy AN, Shehata M, Ragab F, Zeineldin K. Effect of Levosimendan Compared to Conventional Inotropic Agents on Hemodynamics and Outcome in Patient with Poor LV Function Undergoing Cardiac Surgery. *Open access Maced J Med Sci*. 2019;7(19):3205–3210. doi:10.3889/OAMJMS.2019.675
- Santillo E, Migale M, Massini C, Incalzi RA. Levosimendan for Perioperative Cardioprotection: Myth or Reality? *Curr Cardiol Rev*. 2018;14(3):142–152. doi:10.2174/1573403X14666180322104015
- Jiménez-Rivera JJ, Álvarez-Castillo A, Ferrer-Rodríguez J, et al. Preconditioning with levosimendan reduces postoperative low cardiac output in moderate-severe systolic dysfunction patients who will undergo elective coronary artery bypass graft surgery: a cost-effective strategy. *J Cardiothorac Surg*. 2020;15(1). doi:10.1186/S13019-020-01140-Z
- Papp Z, Agostoni P, Alvarez J, et al. Levosimendan Efficacy and Safety: 20 Years of SIMDAX in Clinical Use. *J Cardiovasc Pharmacol*. 2020;76(1):4–22. doi:10.1097/FJC.0000000000000859
- Toller W, Heringlake M, Guarracino F, et al. Preoperative and perioperative use of levosimendan in cardiac surgery: European expert opinion. *Int J Cardiol*. 2015;184(1):323–336. doi:10.1016/J.IJCARD.2015.02.022
- Wang L-H, Wang X-H, Tan J-C, et al. Levosimendan administration is not associated with increased risk of bleeding and blood transfusion requirement in patients undergoing off-pump coronary artery bypass grafting: a retrospective study from single center. *Perfusion*. October 2021;2676591211049022. doi:10.1177/02676591211049022
- Hernández A, Miranda A, Parada A. Levosimendán disminuye la mortalidad en cirugía cardíaca: Revisión sistemática y metaanálisis. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2012;59(1):6–11. doi:10.1016/j.redar.2012.02.001
- Sanfilippo F, Knight JB, Scolletta S, et al. Levosimendan for patients with severely reduced left ventricular systolic function and/or low cardiac output syndrome undergoing cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2017;21(1). doi:10.1186/s13054-017-1849-0
- Conti N, Gatti M, Raschi E, Diemberger I, Potena L. Evidence and current use of levosimendan in the treatment of heart failure: Filling the gap. *Drug Des Devel Ther*. 2021;15:3391–3409. doi:10.2147/DDDT.S295214
- Kandasamy A, Simon HA, Murthy P, Annadurai M, Ali MM, Ramanathan G. Comparison of Levosimendan versus Dobutamine in Patients with Moderate to Severe Left Ventricular Dysfunction Undergoing Off-pump Coronary Artery Bypass Grafting: A Randomized Prospective Study. *Ann Card Anaesth*. 2017;20(2):200–206. doi:10.4103/ACA.ACA\_195\_16
- Woehrle T, Mehringer L, Juchem G, et al. Individualized use of levosimendan in cardiac surgery. *Anaesthetist*. 2021;70(3):204–212. doi:10.1007/s00101-020-00860

© Харитонов Николай Владимирович (харитон27@gmail.com), Голубева Ксения Станиславовна (ksugol93@yandex.ru),

Вицукаев Виталий Васильевич (vivavic@rambler.ru), Трофимов Николай Александрович (nikolai.trofimov@mail.ru),

Макальский Петр Дмитриевич (makalskii@gmail.com), Завгородний Вячеслав Николаевич (zav31@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ, СМЕРТНОСТИ, ВЫЖИВАЕМОСТИ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ РАКЕ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В РЕСПУБЛИКЕ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ — АЛАНИЯ В 1991–2021 ГГ.

**DYNAMICS OF MORBIDITY, MORTALITY, SURVIVAL AND WAYS TO IMPROVE ONCOLOGICAL CARE IN BREAST CANCER IN THE REPUBLIC OF NORTH OSSETIA-ALANIA IN 1991–2021.**

**T. Khutiev  
U. Beslekoev  
I. Khutieva  
N. Khutieva  
B. Naniev  
I. Petriashvili**

*Summary.* The issue of diagnosing breast cancer (BC) is central to preventing the development of this disease, which is the most common cancer among the female population around the world and causes the largest number of deaths. This study analyzed the main indicators of the incidence of breast cancer in the Republic of North Ossetia-Alania (RNO-Alania) for 1991–2021. A low level of breast cancer diagnosis, a distortion of statistical data on the diagnosis of the disease, especially in its initial stages, a high level of neglected cases of breast cancer and, as a result, a high mortality rate of the female population of the Republic from this disease were noted. Based on the data obtained, the main criteria for the dynamics of morbidity, survival, and mortality from breast cancer among the female population of North Ossetia-Alania over 30 years were characterized, the main possible directions for improving the diagnosis of breast cancer, prolonging the life of patients and possible prevention of a high level of deaths were identified.

*Keywords:* breast cancer, morbidity, mortality, survival, clinical examination, screening, cancer registry.

**Хутиев Цара Сардионович**

*Д.м.н., профессор, Северо-Осетинская государственная медицинская академия  
Tsarokh@mail.ru*

**Беслекоев Урузмаг Соломонович**

*К.м.н., доцент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия  
Kafedrachirurgii0101@mail.ru*

**Хутиева Ирина Константиновна**

*К.м.н., врач акушер-гинеколог, Пригородная ЦРБ; Северо-Осетинская государственная медицинская академия*

**Хутиева Надежда Цараевна**

*К.м.н., ассистент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия*

**Наниев Батраз Леонидович**

*К.м.н., ассистент, Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова*

**Петриашвили Инна Робертовна**

*Аспирант, Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова  
Inna.petriashvili@mail.ru*

*Аннотация.* Вопрос диагностики рака молочной железы (РМЖ) является центральным в предотвращении развития данного заболевания, являющегося наиболее распространенным среди онкозаболеваний женского населения по всему миру и вызывающим наибольшее количество смертельных исходов. В данном исследовании проанализированы основные показатели заболеваемости РМЖ в республике Северная Осетия — Алания (РСО-Алания) за 1991–2021 гг. Отмечены низкий уровень диагностики РМЖ, искажение статистических данных по диагностике заболевания, особенно на его начальных стадиях, высокий уровень запущенных случаев заболевания РМЖ и, как следствие, высокий уровень смертности женского населения Республики от данного заболевания. На основе полученных данных охарактеризованы основные критерии динамики заболеваемости, выживаемости, смертности от РМЖ среди женского населения РСО-Алания на протяжении 30 лет, определены основные возможные направления по совершенствованию диагностики РМЖ, продлению жизни больных и возможному предотвращению высокого уровня смертельных исходов.

*Ключевые слова:* рак молочной железы, заболеваемость, смертность, выживаемость, диспансеризация, скрининг, канцер-регистр.

Согласно данным, представленным на официальном сайте Всемирной организации здравоохранения, РМЖ занимает первое место в структуре онкологических заболеваний по распространенности среди женщин и по количеству смертельных исходов [8]. При этом в России наблюдается неуклонное увеличение случаев заболеваемости РМЖ, что в первую очередь объясняется как недостатками в качестве диагностических мероприятий, так и общей тенденцией к увеличению среднего возраста населения [1, 2]. Предполагается, что к 2030 году количество больных РМЖ в мире составит примерно 2,1 млн. случаев [14]. В России по состоянию на 2021 г. было зарегистрировано 70988 новых случаев РМЖ, занимающих лидирующее положение как в структуре заболеваемости (21,6%), так и в структуре смертности (14,05%) [4,13]. В РСО-Алании РМЖ в структуре заболеваемости и смертности у женщин занимает также 1 место [16].

### Цель исследования

Анализ динамики распространения РМЖ в республике Северная Осетия — Алания и характеристика возможных путей совершенствования онкологической помощи при РМЖ.

### Материалы и методы

При характеристике состояния онкологической помощи в РСО-Алания и сравнении полученных данных с показателями по Северо-Кавказскому федеральному округу (СКФО) и в Российской Федерации (РФ) в целом, были проанализированы сведения о случаях заболеваемости из форм государственной статистической отчетности Республиканского онкологического диспансера (РОД), а также данные из Канцер-регистра 2004–2021 гг. по ГОССТАТ Республики. При обработке данных использовали программу Microsoft Office Excel 2014.

### Результаты и обсуждение

В период с 1991 по 2021 гг. в РОД проходили лечение 8032 пациенток с РМЖ. При этом наибольшее число случаев было зафиксировано среди больных в возрасте от 50–54 лет до 65–69 лет, наименьшее — в возрасте 15–19 и 20–24 лет. Начиная с 25 лет, отмечается прямая зависимость встречаемости РМЖ от возраста пациенток, вплоть до максимального уровня заболевания, отмечаемого в возрасте старше 50 лет (5670 случаев, или 70,59% от общего количества больных РМЖ), и снижение уровня заболеваемости после 70 лет (рисунок 1).

При сопоставлении «грубых» показателей среднего возраста пациенток по состоянию на 1991 и 2021 г. было

отмечено, что в 1991 г. средний возраст женщин с диагнозом РМЖ составил 59,9 лет, а в 2021 г. — 65,3 года, что свидетельствует о постепенном смещении заболеваемости в более старшую возрастную группу.

При анализе распределения «грубых» показателей встречаемости РМЖ за анализируемый период было обнаружено, что «грубый» показатель заболеваемости среди пациенток репродуктивного возраста (от 15 до 49 лет) составил около 34,44 случаев на 100 тыс. всего женского населения, а среди пациенток в возрасте от 50 лет и старше — 150,19 случаев на 100 тыс. женского населения (рисунок 2).

При сравнении показателей заболеваемости РМЖ за анализируемый промежуток времени (1991–2021 гг.) необходимо отметить, что в целом за 30 лет, количество заболевших увеличилось в 1,17 раз. Необходимо отметить, что увеличение «грубого» показателя заболеваемости составило 1,22 раза, в то время как общемировой стандартизированный показатель составляет рост в 1,04 раза. Динамика показателей заболеваемости РМЖ за 1991–2021 гг. при разбивке их на 5-летние интервалы представлена в табл. 1.

За 30 лет анализируемого периода в РСО-Алания по «грубому» показателю заболеваемость РМЖ среди женского населения выросла в 1,63 раза, а по стандартизированному показателю — в 1,68 раз. За аналогичный период эти показатели в СКФО оказались ниже соответственно в 1,46 и 1,17 раз, а по РФ в целом заболеваемость по «грубому» показателю оказалась равна, а по стандартизированному показателю — в 1,2 раз ниже по РФ. Необходимо отметить, что среднегодовой темп прироста за анализируемый период в РСО-Алания в 2021 г. по сравнению с 1991 г. уменьшился «грубому» показателю в 1,8 раза, а по стандартизированному показателю — в 1,4 раз, что в сравнении с аналогичными периодами по сравнению с данными по СКФО показало снижение в 3,6 и 4,1 раза соответственно и соответствует показателю РФ.

Согласно прогнозам, основанным на выявленной динамике заболеваемости РМЖ, к 2039 году «грубый» показатель в РСО-Алания предположительно составит 125,66, что будет характеризоваться ростом случаев заболеваемости в 1,5 раз, а стандартизированный показатель РМЖ составит 68,79 случаев на 100 тыс. женского населения Республики (предполагаемый рост заболеваемости в 1,3 раза).

При анализе смертности от РМЖ за анализируемый период было выявлено, что из 8032 зарегистрированных пациентов 52,97% из них (4255 человек) умерли (рисунок 3).

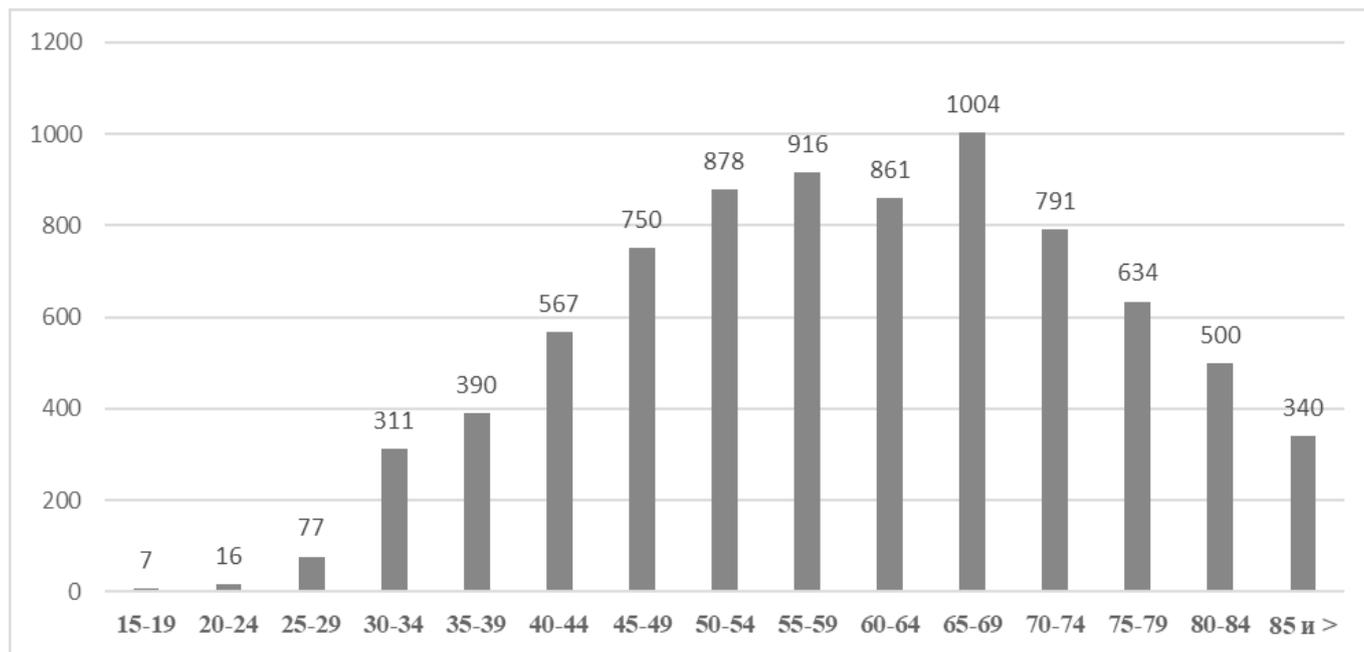


Рис. 1. Количество пациенток Республиканского онкологического диспансера с диагнозом рак молочной железы в зависимости от их возраста за период 1991–2021 гг.

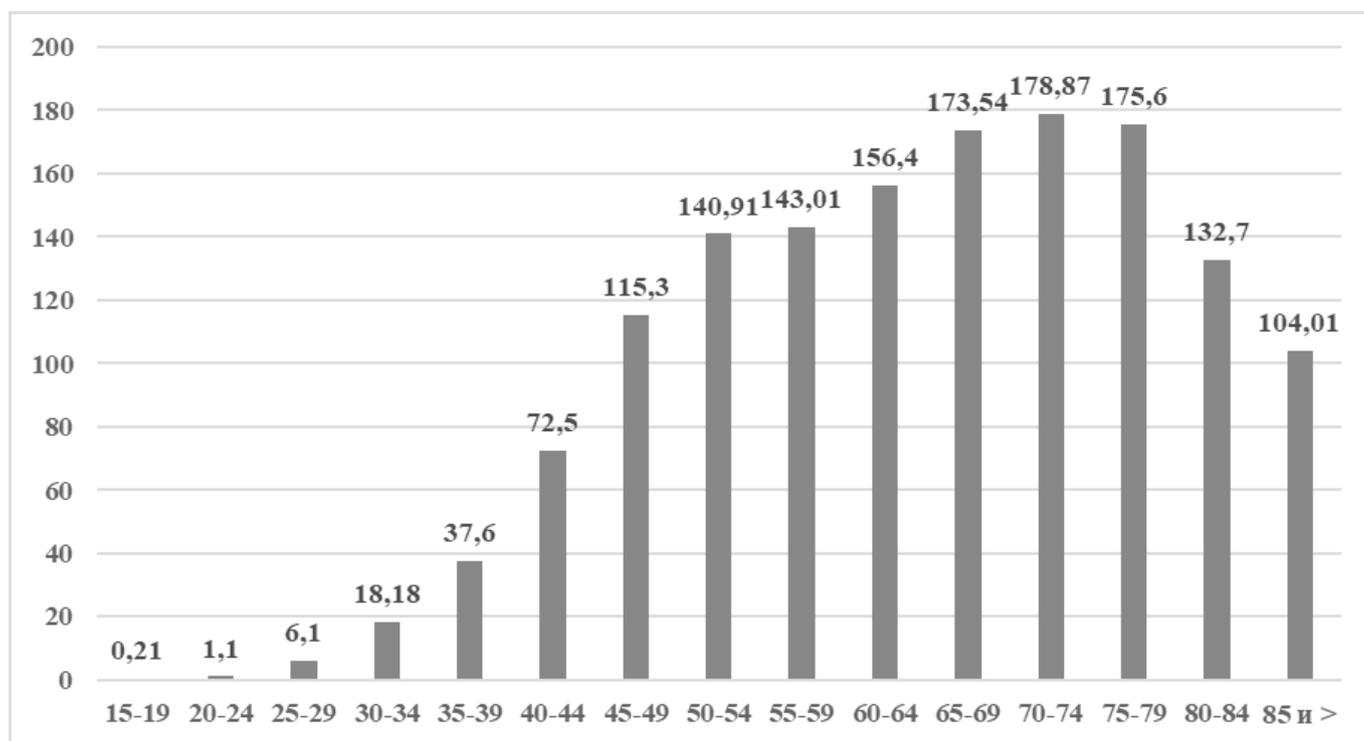


Рис. 2. Динамика изменения среднего возраста пациенток с раком молочной железы за 1991–2021 гг.

Таблица 1. Динамика показателей заболеваемости РМЖ 1991–2015 гг.

Интер-валы	Число случаев абсолютное (и относительное)	Доверительный интервал	«Грубый» показатель на 100 тыс. жен. населения	Доверительный интервал	Стандартизованный показатель	Доверительный интервал
1991–1995 гг.	900 (14,7%)	157,1–184,9	50,9	41,2–56,0	38,0	30,5–43,4
1996–2000 гг.	1100 (18,0%)	198,5–229,4	61,1	51,7–68,0	43,5	35,8–49,6
2001–2005 гг.	1230 (20,2%)	198,5–229,4	66,0	51,7–68,0	43,8	35,8–49,6
2006–2010 гг.	1300 (21,3%)	219,7–251,4	69,4	55,1–71,6	44,1	35,7–49,2
2011–2015 гг.	1573 (25,8%)	289,4–325,4	82,9	60,7–77,4	54,0	37,3–51,1
2016–2021 гг.	1929 (24,01%)	298,3–330	85,65	62,22–57,32	52,57	38,99–59,2
	Увел. в 1,63 раза		Увел. в 1,68 раза		Увел. в 1,38 раза	

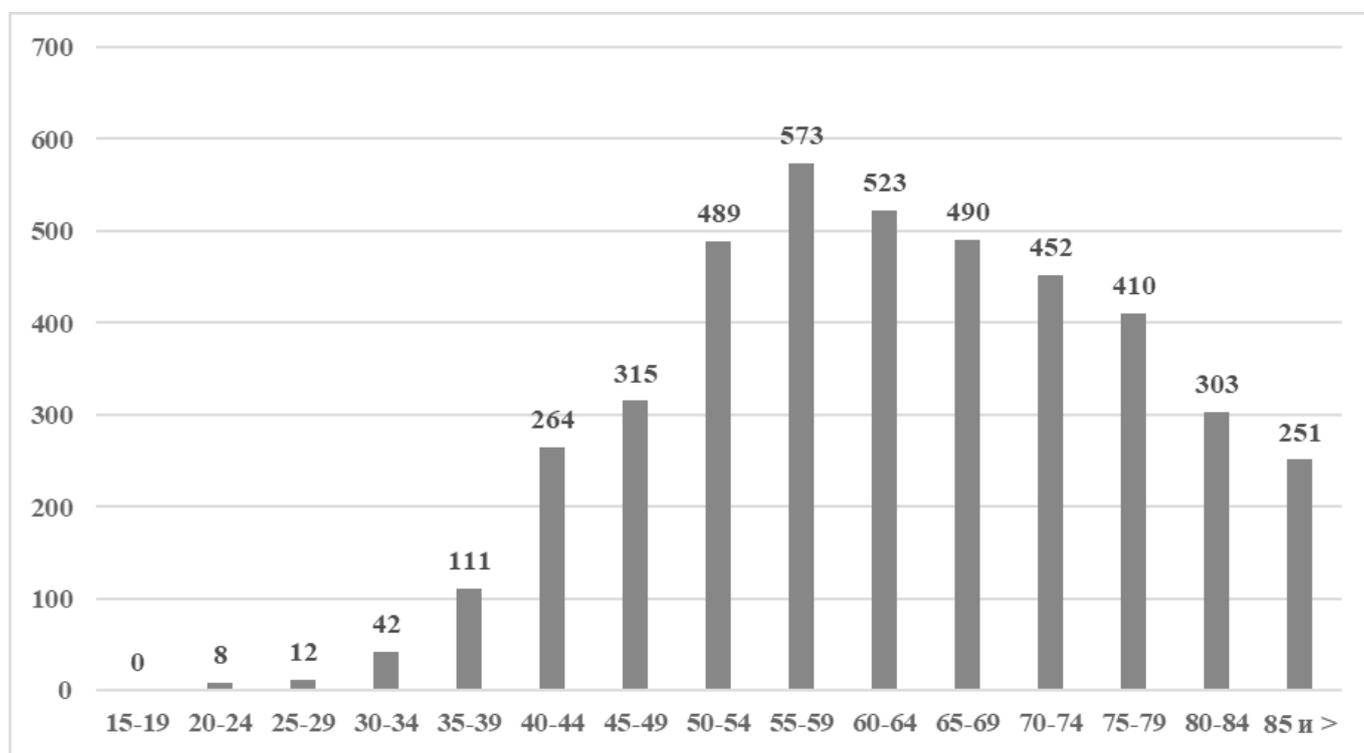


Рис. 3. Распределение умерших от рака молочной железы за 1991–2021 гг.

Средний возраст умерших в 1991 г. составил 62,9 лет, в 2021 г. — 64,41 лет, что соответствует общей тенденции к смещению больных РМЖ в более старшую возрастную категорию. Кумулятивный риск умереть до 75 лет — 0,4% и 0,5% соответственно. При этом в репродуктивном возрасте (от 15 до 49 лет) от РМЖ умерло 15,1% больных (643 человек), а в возрасте от 50 лет и старше — 84,9% больных (3612 человек). В трудоспособном возрасте (15–54 лет) — 1578 (37,08%) и пенсионном (55 лет и старше) — 2677 (62,9%). До 30 лет — 104 (2,4%), 30–49 лет —

679 (15,9%), 50–69 лет — 2130 (50,5%), 70 лет и старше — 1342 (31,5%).

Максимальные показатели смертности зафиксированы в возрастной группе 55–59 лет (16,2%, или 690 человек) и в группе 60–64 лет (10,9%, или 464 человека). Расчетный кумулятивный риск смертности до 75 лет составил 0,4% в 1991 г. и 0,5% в 2021 г. Расчетный индекс достоверности учета (результат отношения показателей смертности и заболеваемости) при этом составляет

Таблица 2. Динамика показателей смертности от РМЖ 1991–2015 гг.

Годы	Абсолютное число	Доверительный интервал	«Грубый» показатель на 100 тыс. жен. населения	Доверительный интервал	Стандартизованный показатель	Доверительный интервал
1991–1995 гг.	659(18,41%)	113,9–137,7	37,7	29,3–42,1	18,5	12,1–20,9
1996–2000 гг.	686(19,16%)	127,7–152,7	39,2	32,6–45,8	19,0	14,4–23,6
2001–2005 гг.	735(20,53%)	127,5–152,0	37,4	31,2–43,9	18,3	13,8–22,7
2006–2010 гг.	738(20,61%)	140,4–166,0	41,2	34,5–47,8	19,2	14,6–23,7
2011–2015 гг.	762(21,28%)	139,4–164,6	40,5	33,5–46,4	18,6	14,2–23,1
2016–2021 гг.	644 (15,1)	176,6–210,4	39,2	37,2–46,7	19,2	15,1–24,6
	Увел. в 1,02 раза		Увел. в 1,03 раза		Увел. в 1,03 раза	

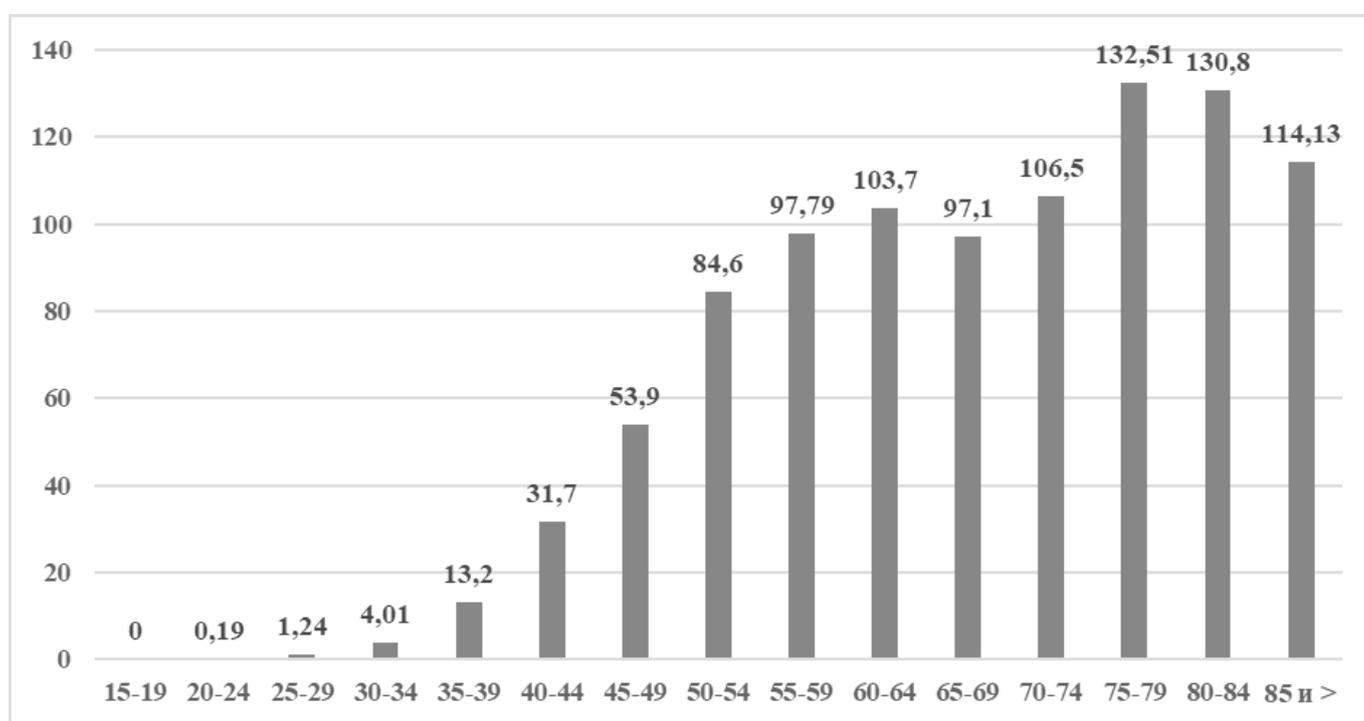


Рис. 4. Динамика изменения «грубого» показателя смертности от рака молочной железы за 1991–2021 гг.

в РСО-Алания 0,59, в России — 0,4, в Европе и США — по 0,2%, а в ЮАР — 0,5 [6].

Динамика изменения «грубого» показателя смертности от РМЖ в зависимости от возраста больных в Республике представлена на рисунке 4.

Согласно представленным на рисунке 4 данным, средние показатели смертности женщин репродуктивного возраста от РМЖ составили 14,79 случаев на 100 тыс. женского населения, а в возрастной группе от 50 лет и старше — 116,42 случаев на 100 тыс. женского населения. Пик смертности отмечен в возрастной груп-

пе 75–79 лет и составил 127,01 случаев на 100 тыс. женского населения (13,20%).

Абсолютное число смертей от РМЖ увеличилось за анализируемый период в 1,27 раз, при этом «грубый» показатель смертности составил 36,8 случаев, а стандартизованный показатель — 17,8 случаев.

Для более достоверных результатов были дополнительно проанализированы усредненные 5-летние «грубые» и стандартизованные показатели смертности (таблица 2). Согласно представленным в табл. 2 данным, «грубый» показателя по смертности от РМЖ в РСО-Ала-

Таблица 3. Характеристика показателей выявления и оказания онкологической помощи при раке молочной железы в РСО-Алания, СКФО и РФ в абсолютных показателях за 1991–2021 гг.

Показатель	РСО-Алания		СКФО	РФ
	1991 г.	2021 г.	2021 г.	2021 г.
Взято на учет	174	538	1220	2141
Активно выявлено,%	12,1	26,4	31,7	48,3
Диагноз подтвержден морфологически,%	100	100	100	100
I–II стадия	59,2	66,1	56,7	64,3
III стадия	30,5	26,4	21,8	5,6
IV стадия	10,3	7,5	21,5	32,1
Летальность на 1 году,%	13,8	7,8	7,9	6,7
Состоит на учете на конец отчетного года на 100тыс. населения	165,5	351,3	645,1	826
Находится на диспансерном учете 5 лет и более,%	55,1	63,3	55,7	63,1
Одногодичная летальность,%	7,0	6,06	5,5	4,3
Больные, прошедшие курс специального лечения,%	66,1	65,2	61,2	66,5
Больные, прошедшие только хирургическое лечение,%	5,2	2,9	31	42,2
Больные, прошедшие комбинированное или комплексное лечение,%	93,0	93,9	87,1	70,2

ния за 2016–2021 относительно аналогичного показателя за 1991–1995 гг. вырос в 1,07 раз, а стандартизованного показателя — в 1,005 раз.

Исходя из выявленной динамики, к 2039 году смертность от РМЖ может составить 43,6 и 18,7 случаев на 100 тыс. женского населения соответственно.

Дополнительно проанализировали показатели по выявлению случаев РМЖ и оказанию больным специализированной онкологической помощи (табл. 3).

Исходя из представленных в табл. 3 данных, «грубый» показатель по числу больных, взятых на учет, в РСО-Алания в 1991 г. составил 48,6, а в 2021 г. в РСО-Алания, СКФО и в РФ соответственно составил 85,1, 58,43 и 84,79. Стандартизованный показатель по числу больных, взятых на учет, в РСО-Алания в 1991 г. составил 38,6, а в 2021 г. в РСО-Алания, СКФО и в РФ — 66,9, 25,1 и 36,6 соответственно.

Необходимо отметить, что, несмотря на значительное увеличение показателя активного выявления больных в РСО-Алания за анализируемый период (12,1% в 1991 г. и 21,8% в 2021 г.), данный показатель остается ниже аналогичного показателя по СКФО и по РФ в целом. В то же время, уровень подтвержденности диагноза по морфологическим показателям в РСО-Алания выше

относительно аналогичного показателя по СКФО и по РФ в целом и составляет 100%.

Из положительных тенденций в РСО-Алания необходимо отметить, что за анализируемый период увеличилась выявляемость РМЖ на I–II и IV стадиях заболевания, при этом данные показатели выше, чем аналогичные показатели по СКФО и немного уступают показателям в целом по РФ. В то же время, уровень выявляемости РМЖ на III стадии за анализируемый период снизился на 4,1% (в 1,37 раза) и по состоянию на 2021 г. является ниже аналогичного показателя по СКФО и по РФ соответственно на 8,7% (в 1,39 раз) и 24,9% (в 5,4 раз). Подобные различия в выявлении РМЖ на разных стадиях заболевания свидетельствуют, вероятно, о недостаточной объективности данных маммографического скрининга, что может являться результатом неоднозначности классификации и идентификации опухолей на различных их стадиях и, как следствие, искажении статистических данных [8–10].

Снижение летальности от РМЖ в РСО-Алания за 2021 г. относительно 1991 г. составило 6%, но все еще остается выше аналогичного показателя по СКФО и по РФ соответственно на 5,9% и 7,1%.

За анализируемый период в РСО-Алания значительно возросло число больных, состоящих на учете на конец

отчетного года на 100 тыс. населения по заболеваемости РМЖ (в 2,1 раз), что превысило аналогичный показатель по СКФО в 3,8 раз, а по РФ — в 4,9 раз. Уровень женщин с РМЖ, состоящих на диспансерном учете в Республике на протяжении 5 лет и более, за анализируемый период увеличился на 8,2% (в 1,14 раз), и по состоянию на 2021 г. соответствовал аналогичному показателю по РФ в целом, а по СКФО превысил анализируемый показатель на 1,5% (в 1,01 раз).

Согласно данным Канцер-регистра, из 1680 выявленных больных с РМЖ в РСО-Алания в течение первого года после постановки диагноза умерло 658 человек (39,17% от всей массы больных). Прожило 2–4 года после выявления РМЖ 615 больных (36,61%), 5 лет — 118 человек (7,02%), от 6 до 10 лет — 239 больных (36,61%), а более 10 лет — всего 50 человек (2,98%). В целом 5 лет и более прожили 24,23% больных (407 человек). При этом, согласно нашим данным (анализ Канцер-регистра), из 1680 больных РМЖ до одного года после диагностирования РМЖ прожили 658 человек (39,17%), от 2 до 4 лет — 615 (36,61%), ровно 5 лет — 118 (7,02%), от 6 до 10 лет — 239 (14,23%) и более 10 лет — 50 (2,98%). В целом, пять лет и более прожили 407 (24,23%) больных.

При анализе одногодичной летальности в Республике очевидно снижение данного показателя по состоянию на 2021 г. по сравнению с 1991 г. на 6% (в 1,76 раз), что соответствует аналогичному показателю по СКФО и на 7,1% (в 2,05 раз) больше показателя по РФ в целом по состоянию на 2021 г.

Число больных Республики, прошедших полностью курс специального лечения, в 2021 г. снизилось по сравнению с 1991 г. на 0,9%, превышает аналогичный показатель по СКФО (на 4,9%) и сопоставимо с аналогичным показателем по РФ. При этом количество больных в РСО-Алания, прошедших только хирургическое лечение, в 2021 г. относительно 1991 г. снизилось на 2,3%, и увеличилось относительно аналогичного показателя за 2021 г. по СКФО и по РФ в целом на 25,8% и 37,0% (в 5,9 раз и 8,1 раз) соответственно. В то же время, количество больных в РСО-Алания, прошедших комбинированное

или комплексное лечение, в 2021 г. относительно 1991 г. увеличилось на 0,9% (в 1 раз), а относительно показателей по СКФО и по РФ в целом снизился на 5,9% (в 1,06 раза) и на 22,8% (в 1,32 раз) соответственно.

## Заключение

Исходя из выполненного исследования, необходимо заключить, что заболеваемость раком молочной железы в республике Северная Осетия — Алания не только находится на высоком уровне, но и продолжает расти. При этом активная выявляемость данного заболевания остается на недостаточно высоком уровне, что усугубляет сложность терапии и снижает ее эффективность. Согласно данным Канцер-регистра, выживаемость больных в течение 5 и более лет после диагностики заболевания достаточно низкая и составляет всего 24,23% больных. Все это определяет в качестве рекомендаций по совершенствованию оказания онкологической помощи женщинам с раком молочной железы предложить организацию в Республике организованного периодического массового маммографического осмотра женского населения в возрасте от 35 лет и старше (группа риска по раку молочной железы) для раннего выявления заболевания и предраковых состояний, что позволит увеличить активное выявление заболевания на его ранних стадиях и, соответственно, увеличить эффективность онкологической помощи и, в конечном итоге, продолжительность жизни больных. При этом для обеспечения массовости проводимых осмотров необходимо организовать активную пропагандистскую деятельность среди населения по убеждению в прохождении регулярных осмотров. Также, для увеличения точности диагностики, целесообразно рекомендовать к использованию в проведении диагностическим мероприятий современных, высокоэффективных методов, к которым относятся: ультразвуковая диагностика, маммография с прицельной биопсией, магнитно-резонансная томография, компьютерная томография, мультиспиральная компьютерная томография. Дополнительно рекомендовано организовать обучение врачей-онкологов пользованию перечисленной аппаратурой и увеличение онкологической настороженности врачей общей лечебной практики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов М.И., Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2013 году //Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН-2015.
2. Евченко Е., Рак груди: статистика и новые подходы к лечению. НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова. 15.10.2020. medportal.ru.
3. Злокачественные новообразования в России в 2015г (Заболеваемость и смертность). Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой М.2017, с 249.
4. Злокачественные новообразования в России в 2020 году (заболеваемость и смертность) — М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, — 2021. — 252 с.
5. Мерабишвили В.М., Злокачественные новообразования в Санкт-Петербурге (анализ базы данных ракового регистра по международным стандартам: заболеваемость, смертность, выживаемость.) Вопросы онкологии — 2011-Т.57-№ 5,-С.609–615.

6. Мерабишвили В.М., Методологические аспекты анализа деятельности онкологической службы на основе новых разработок информационных технологий. Вопросы онкологии, Т. 58, № 2 С. 171–178.
7. Поддубная И.В., Франк Г.А., Ягудина Р.И., Королева Н.И., Завалишина Л.Э. Результаты эпидемиологической программы скрининга HER2-статуса у пациенток с раком молочной железы в федеральных округах Российской Федерации за 2015 г. Современная онкология.-2016, Т. 18, № 3, С. 3–10. Репринт.
8. Рак молочной железы / Всемирная организация здравоохранения. 26.03.2021. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>.
9. Семиглазов В.Ф., Стратегические и практические подходы к решению проблемы рака молочной железы. Вопросы онкологии, 2012, Т. 58, № 2, С. 148–152.
10. Семиглазов В.Ф., Мерабишвили В.М., Семиглазов В.В., Дашаян Г.А., Комяков А.В., Эпидемиология и скрининг рака молочной железы. В кн: Рекомендации для врачей по ведению пациентов с раком молочной железы. Под ред. В.Ф. Семиглазова, П.В. Кривотько, В.В. Семиглазова и др. «Ремедиум». 2017.-239 с.
11. Семиглазов В.Ф., Семиглазов В.В., Комяков А.В., Скрининг и некоторые аспекты эпидемиологии рака молочной железы. В кн: Лечение рака молочной железы (клинико-биологическое обследование). Под ред. В.Ф. Семиглазова и В.В. Семиглазова, -М.2017,-267 С.
12. Состояние онкологической помощи населения России в 2015 г. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.2016, 235 С.
13. Хутиев Ц.С., Босиева А.Р., Хутиева И.К., Беслекоев У.С., Хутиева Н.Ц. Состояние и пути совершенствования онкологической помощи при раке молочной железы в Республике Северная Осетия-Алания в 1995–2014 гг. Онкология, журнал им. П.А. Герцена, 2018. Т. 7, № 2, С. 57–62.
14. Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group (EBCTCG). Increasing the dose intensity of chemotherapy by more frequent administration or sequential scheduling: a patient-level meta-analysis of 37 298 women with early breast cancer in 26 randomised trials. Lancet Lond Engl 2019; — Vol –393(10179)/-P.1440–1452.
15. Ferlay J., Soerjomataram L., Dikshit R., Eser S. Cancer incidence and mortality Worldwide: Sources, methods and major patterns in GLOBOCAN2014//international Journal of Cancer-2014-.Vol.149(3)/-P.252
16. Jemal A., Bray F., Center M.M., Global cancer statistics // CA Cancer J/ Clin.2011,-Vol.61 (2). P. 69–90.

© Хутиев Цара Сардионович (Tsarokh@mail.ru), Беслекоев Урузмаг Соломонович (Kafedrakirurgii0101@mail.ru),

Хутиева Ирина Константиновна, Хутиева Надежда Цараевна,

Наниев Батраз Леонидович, Петриашвили Инна Робертовна (Inna.pietriashvili@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова

## НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

**Alizada S.** — PhD, Azerbaijan Medical University, r. Baku  
alizadasevda@yahoo.com

**Alizadeh K.** — PhD in Biology, assistant, Sumgayit State University  
duygu-elisade.1983@mail.ru

**Asfha A.** — Post-Graduate student, ITMO University  
pressa@itmo.ru

**Aslanova Y.** — Ph.D., Ganja State University  
Yeganeaslanova7@mail.ru

**Beslekov U.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, North Ossetian State Medical Academy  
Kafedrachirurgii0101@mail.ru

**Blokhina O.** — Cand. Sci.(Ekn), Associate Professor, Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (PKU)  
ikafedra@yandex.ru

**Borzykh N.** — Assistant, MIREA – Russian Technological University  
allyru@yandex.ru

**Chiskidov S.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Academy of Civil Protection EMERCOM of Russia, Khimki  
chis69@mail.ru

**Dadabekova A.** — Pacific State University  
2017103354@pnu.edu.ru

**Demichev V.** — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Jewish University  
vademichev@gmail.com

**Dudenkova N.** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseyev (Saransk)  
dudenkova\_nataly@mail.ru

**Ermakova T.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow City University (MCU), Moscow  
ermaktat@bk.ru

**Esedova A.** — MD, Professor, Dagestan State Medical University  
asiyat\_idrisova@bk.ru

**Evseeva G.** — Doctor of Medical Sciences, Main staff scientist of Groups of health and environmental problems of mother and child health Research Institute of Maternity and Childhood Protection (Khabarovsk)  
evceewa@yandex.ru

**Gadimov A.** — PhD in Biology, Associate Professor, Institute of Botany of ANAS  
agadimov@mail.ru

**Golubeva K.** — FGBU FCS FMBA of Russia. Khimki  
ksugol93@yandex.ru

**Kapustin M.** — Engineering group Lead, LANIT-TECHNOLOGIES LLC  
White4spirit@yandex.ru

**Kharitonov N.** — FGBU FCS FMBA of Russia. Khimki  
xariton27@gmail.com

**Khutieva I.** — Candidate of medical sciences, obstetrician-gynecologist Prigorodnaya Central District Hospital; North Ossetian State Medical Academy

**Khutieva N.** — Candidate of Medical Sciences, Assistant, North Ossetian State Medical Academy

**Khutiev T.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, North Ossetian State Medical Academy  
Tsarokh@mail.ru

**Kirdyashkina O.** — Postgraduate student, Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseyev (Saransk)  
Sigma.ov@mail.ru

**Komusova O.** — Candidate of Biological Sciences, Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseyev (Saransk)  
timoshkina03@mail.ru

**Kozlova A.** — PhD student, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod)  
akatoe-nn@yandex.ru

**Kukushkin E.** — The doctor the traumatologist-orthopedist, doctor of ultrasonic diagnostics, City budget healthcare Institution Clinical Hospital No. 6 named after G.A. Zakhar'in, Penza  
kep131289@gmail.com

**Lukashevich M.** — Graduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation"  
m.lukashevich89@mail.ru

**Makalskiy P.** — FGBU FCS FMBA of Russia. Khimki  
makalskii@gmail.com

**Mamedova V.** — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Ganja Branch of the National Academy of Sciences of Azerbaijan  
vefa.mamedova74@mail.ru

**Mammadov F.** — Postgraduate student, Dagestan State Medical University  
zaynal.zaynalov@mail.ru

**Manuilov A.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation"

**Midlenko O.** — Professor, Ulyanovsk State University

**Midlenko V.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Ulyanovsk State University

**Naniev B.** — Candidate of Medical Sciences, Assistant, North Ossetian State University named after K.L. Khetagurova

**Nesterenko A.** — Senior Lecturer, Pacific National University (Khabarovsk)  
alenushka\_3@inbox.ru

**Noek I.** — Jewish University  
noekihar@gmail.com

**Petriashvili I.** — Postgraduate Student, North Ossetian State University named after K.L. Khetagurova  
Inna.petriashvili@mail.ru

**Poleshchuk E.** — Graduate student, Maritime state university named after admiral G.I. Nevelskoy  
poleshuk@msun.ru

**Prikhodko N.** — MIREA – Russian Technological University  
docfr10@yandex.ru

**Putilova S.** — Graduate student, Maritime state university named after admiral G.I. Nevelskoy

**Rahimova S.** — Assistant, Azerbaijan State Agrarian University, Ganja  
samira.rahimova84@gmail.com

**Rasulova S.** — Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor, Institute of Botany of ANAS  
rasulova.sedaqet@gmail.com

**Riabovicheva O.** — Post-graduate student, Moscow City University (MCU), Moscow  
ksana-meleshkina@rambler.ru

**Romashkova O.** — Doctor of Engineering, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow  
ox-rom@yandex.ru

**Saprykin D.** — MIREA – Russian Technological University  
dmitriy300197@gmail.com

**Shcherbinina I.** — Candidate of pedagogical sciences, docent, Maritime state university named after admiral G.I. Nevelskoy  
shcherbinina@msun.ru

**Shubina O.** — Doctor of Biological Sciences, Professor, FGBOU VO "Mordovian state pedagogical University named after M.E. Evseviev" (Saransk)  
os.shubina@mail.ru

**Shubina O.** — Doctor of Biological Sciences, Professor, Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseyev (Saransk)  
os.shubina@mail.ru

**Trofimov N.** — Chuvash state University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary  
nikolai.trofimov@mail.ru

**Tselikh E.** — Doctor of Biological Sciences, Professor, Far Eastern State Transport University (Khabarovsk)  
celixed@mail.ru

**Urudzheva N.** — Postgraduate student, Dagestan State Medical University  
sm.naida9991@mail.ru

**Vaish A.** — PhD in IT Security, Associate Professor, Indian Institute of Information Technology, Allahabad, Deghat Jhalwa  
abhishek@iiita.ac.in

**Vikhtenko E.** — Associate Professor, Pacific State University  
004184@pnu.edu.ru

**Vitsukayev V.** — FGBU FCS FMBA of Russia. Khimki  
vivavic@rambler.ru

**Yusifova A.** — Dissertation student of the Institute of Microbiology of NANA; Ph.D.P.B., associate professor, Azerbaijan State Pedagogical University  
anaxanim559@gmail.com

**Zamega E.** — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Jewish University  
e\_zamega@uni21.org

**Zavgorodniy V.** — FGBU FCS FMBA of Russia. Khimki  
zav31@mail.ru

## Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

**За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.**

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

### Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

### Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

### Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» ( e-mail: [redaktor@nauteh.ru](mailto:redaktor@nauteh.ru) ).