

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 12-2 2023 (ДЕКАБРЬ)

Учредитель журнала  
Общество с ограниченной ответственностью  
**«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Журнал издается с 2011 года.

### Редакция:

Главный редактор  
**А.В. Царегородцев**  
Выпускающий редактор  
**Ю.Б. Миндлин**  
Верстка  
**М.А. Комарова**

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>

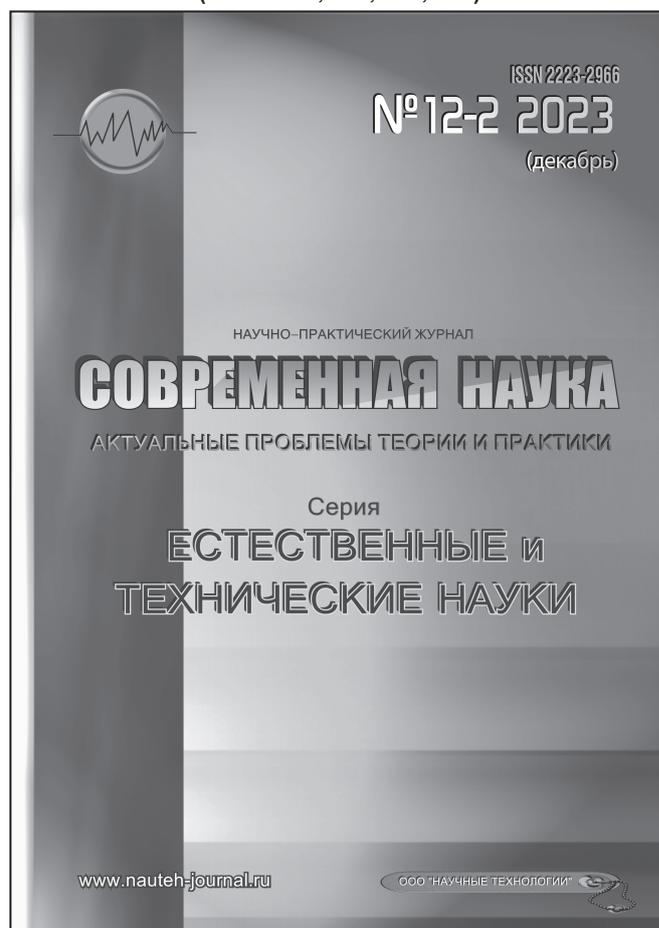
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(ВАК — 1.1.2, 1.5.x, 2.3.x, 3.1.x)



### 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 25.12.2023 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. Серикабаева

**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., доцент, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

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

**Миндлин Юрий Борисович** — к.э.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина

**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

**Царегородцев Анатолий Валерьевич** — д.т.н., профессор, Московский государственный лингвистический университет [redaktor3@nauteh.ru](mailto:redaktor3@nauteh.ru)

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## Общая биология

**Асбаганов С.В., Евсюков В.С., Марусов Д.С., Чооду Байыр-Белек Мергенович, Панихин П.А.** —

Хозяйственно-биологическая характеристика *SORBUS SAMBUCIFOLIA*, *S. KAMTSCHATENSIS* и их гибридов

*Asbaganov S., Evsyukov V., Marusov D., Choodu B., Panikhin P.* — Economic and biological characteristics of *SORBUS SAMBUCIFOLIA*, *S. KAMTSCHATCENSIS* and their hybrids .....6

**Вит А.А., Салтыкова А.Л., Ерофеевская Л.А., Далбаева Е.А.** — Потенциал

углеводородоокисляющих микроорганизмов для использования в процессах очистки субстратов от нефтезагрязнений

*Vit A., Saltykova A., Erofeevskaya L., Dalbaeva E.* — The potential of hydrocarbon-oxidizing microorganisms for use in the processes of cleaning substrates from oil pollution .....13

**Егоров А.Н., Гольдерова А.С., Троев И.П., Николаева И.Э., Готовцев Р.А.** —

Цитотоксическое действие *PHLOJODICARPUS SIBIRICUS* на раковые линии HepG2 и HeLa

*Egorov A., Golderova A., Troev I., Nikolaeva I., Gotovtsev R.* — Cytotoxic effect of *PHLOJODICARPUS SIBIRICUS* on cancer HepG2 AND HeLa lines .....18

**Кулясова О.А.** — Хозяйственно-ценные растения травяно-кустарничкового яруса сосняков памятника природы «Коневский бор» (Тюменская область)

*Kulyasova O.* — Economically valuable plants of the grass-shrub layer of pine forests of the «Konevsky bor» natural monument (Tyumen region) .....24

**Назарова Л.А., Никитина Е.А., Минькова Я.В., Разумова О.В., Харченко П.Н.** — Влияние

экзогенного внесения фитогормонов на проявление генетического материала *Dasypyrum villosum* и *Thinopyrum elongatum* в геномном окружении пшеницы

*Nazarova L., Nikitina E., Min'kova Ya., Razumova O., Kharchenko P.* — The influence of exogenous application of phytohormones on the manifestation

of the genetic material of *Dasypyrum villosum* and *Thinopyrum elongatum* in the genomic environment of wheat .....30

**Погорельский А.Н.** — Этапы и предпосылки развития и становления фитомелиорационных работ в Крыму

*Pogorelskiy A.* — Stages and prerequisites of the development and formation of phytomeliorative works in Crimea .....36

**Польских С.В.** — Физиолого-биохимические показатели сыворотки крови крупного рогатого скота

*Pol'skikh S.* — Physiological and biochemical parameters of blood serum of cattle .....41

**Соловых Н.В.** — Использование антиоксидантов при клонировании *in vitro* чёрной малины

*Solovykh N.* — Use of antioxidants in the *in vitro* cloning of black raspberry .....45

## Информатика, вычислительная техника и управление

**Амелютин Е.В., Селин А.А., Зотов А.О.** —

Разработка модели удаленного контроля и защиты данных в информационно-аналитических системах

*Amelyutin E., Selin A., Zotov A.* — Development of a model for remote control and data protection in information and analytical systems. ....49

**Бильгаева Л.П., Дмитриев Ю.А.** — Именование кластеров, построенных на корпусе естественных языков

*Bilgaeva L., Dmitriev Yu.* — Naming clusters built on a corpus of natural languages. ....59

**Воронов А.И., Сизов А.С., Халин Ю.А.** —

Разработка алгоритма первичной обработки данных в системе управления потреблением электроэнергии

*Voronov A., Sizov A., Khalin Yu.* — Development of an algorithm for primary data processing in the power consumption management system ...66

- Ермолаев А.С., Великанов В.В.** — Роль и место искусственного интеллекта в сфере обеспечения кибербезопасности  
*Ermolaev A., Velikanov V.* — The role and place of artificial intelligence in the field of cybersecurity ...71
- Кондрашова Е.В., Мацевич Т.А., Чумазова Н.Л.** — Готовность студентов технических и естественно-научных направлений подготовки к обучению с использованием модели 4C/ID: качественное и количественное исследования  
*Kondrashova E., Matsevich T., Chumazova N.* — Readiness of students of technical and natural science areas of preparation for training using the 4C/ID model: qualitative and quantitative research .....76
- Никитенко М.С., Худоногов Д.Ю., Попинако Я.В.** — Способ позиционирования автономного транспортного средства на основе машинного зрения и радиопеленгации  
*Nikitenko M., Khudonogov D., Popinako Ya.* — Autonomous vehicle positioning approach based on machine vision and direction finding. ....84
- Новикова А.С., Ромашкова О.Н.** — Инновационная корпоративная платформа для крупных розничных торговых сетей  
*Novikova A., Romashkova O.* — An innovative corporate platform for large retail networks .....87
- Протасов П.С., Потехина Е.В.** — Усовершенствование метода оценивания прибыльности гарантий исполнения контракта на основе машинного обучения  
*Protasov P., Potekhina E.* — Enchancing a machine learning-based method to evaluate the profitability of contract execution guarantees .....91
- Русаков А.М., Амелютин Е.В., Рудков Я.И.** — Методы и алгоритмы для выявления потенциальных вирусов и эксплойтов в текстовых данных обратной связи  
*Rusakov A., Amelyutin E., Rudkov Ya.* — Methods and algorithms for detecting potential viruses and exploits in text feedback data .....97
- Тарасова Ю.А.** — Исследование уязвимостей и угроз при разработке мобильных приложений  
*Tarasova I.* — Research of vulnerabilities and threats in the development of mobile applications. .... 104
- Терешенко А.А.** — Теоретическое описание возможностей использования метода кластеризации для создания диверсифицированного портфеля  
*Tereshenko A.* — Theoretical description of the possibilities of using the clusterization method to create a diversified portfolio ..... 108
- Швецова В.В., Леонова О.Н.** — Задача оптимизации импорта облака точек для программы nanoCAD  
*Shvetsova V., Leonova O.* — The task of optimizing point cloud import for the nanoCAD program .... 110
- Клиническая медицина
- Абрамов Д.В., Смолькина А.В., Китаева В.Н.** — Предшествующая терапия прямыми оральными антикоагулянтами и риск возникновения венозных тромбозных осложнений у госпитализированных пациентов с COVID-19  
*Abramov D., Smolkina A., Kitaeva V.* — Previous direct oral anticoagulant therapy and the risk of venous thromboembolism in hospitalized patients with COVID-19 ..... 116
- Алиева П.М., Хайрулаев М.А., Набигулаева З.М.** — Анализ современных факторов развития грибковых заболеваний в республике Дагестан  
*Aliyeva P., Khairulaev M., Nabigulaeva Z.* — Analysis of modern development factors fungal diseases in the republic of Dagestan ..... 121
- Ворачев А.Р.** — Многоплодная беременность. Современные подходы к профилактике и лечению её специфических осложнений  
*Vorachev A.* — Multiple pregnancies. Modern approaches to the prevention and treatment of its specific complications ..... 125
- Долаков И.Г., Гезгиева Р.К., Шадиева Я.М., Чемурзиева А.М.** — Диагностика и лечение ятрогенных повреждений внепеченочных желчных протоков (обзор литературы)  
*Dolakov I., Gezgieva R., Shadieva Ya., Chemurzieva A.* — Diagnosis and treatment of iatrogenic injuries of extrahepatic bile ducts (review of literature) ... 132

- Калашник Д.Н., Бакланов М.В., Романцов В.В.** — Пациент с гипертонической болезнью: современные аспекты оценки качества жизни при наличии коморбидной патологии  
*Kalashnik D., Baklanov M., Romantsov V.* — Patient with hypertension: modern aspects of assessing quality of life in the presence of comorbid pathology. . . . . 140
- Карабасова А.С., Чернышева Е.Н., Кантемирова Б.И., Абдуллаев М.А., Сеидова Сеида-Ханум Сеид-Кафлановна** — Изучение уровня гомоцистеина у пациентов с острым коронарным синдромом  
*Karabasova A., Chernysheva E., Kantemirova B., Abdullaev M., Seidova Seida-Khanum Seid-Kaflanovna* — Study of homocysteine levels in patients with acute coronary syndrome . . . . . 145
- Москалев Е.** — Лечение переломов нижней челюсти у пациентов с гипертонической болезнью  
*Moskalev E.* — Treatment of mandibular fractures in patients with hypertension. . . . . 150
- Надейкина О.С., Чернова А.Н., Тиунова И.Н., Шабуня Е.Д.** — Нарушение носового дыхания как ведущий этиологический фактор сужения верхней челюсти  
*Nadeikina O., Chernova A., Tiunova I., Shabunya E.* — Nasal breathing as a leading etiological factor of narrowing of the upper jaw . . . . . 153
- Перисаева Э.А., Кульчиев А.А.** — Дискутабельные вопросы хирургического лечения язвенного стеноза пилорического канала  
*Perisaeva E., Kultchiev A.* — Debatable issues of surgical treatment of ulcerative stenosis of the pyloric canal . . . . . 157
- Рябая И.Н., Тарасова П.А., Филиппов Р.С., Кириллова Е.В., Журавлев К.А., Гончаров В.В.** — Фибрилляция предсердий у пациентов с абдоминальным ожирением в практике врача-терапевта  
*Ryabaya I., Tarasova P., Filippov R., Kirillova E., Zhuravlev K., Goncharov V.* — Atrial fibrillation in patients with abdominal obesity in the practice of a therapist . . . . . 163
- Спиридонова Е.С., Богдасаров А.Ю., Смолькина А.В., Давидян Л.Ю.** — Акушерско-гинекологические нарушения у женщин с варикозом вен малого таза (эпидемиология, патогенез, возможности современной диагностики варикозной болезни) (Обзор литературы)  
*Spiridonova E., Bogdasarov A., Smolkina A., Davidyana L.* — Epidemiological, etiopathogenetic and diagnostic aspects of hypermenstrual syndrome in pelvic varicose veins (Literature review) . . . . . 169
- Султанова О.Э., Чернышева Е.Н., Кузьмичев Б.Ю., Хупиева Рукият Абу Хасановна, Котельникова И.К.** — Взаимосвязь между уровнем магния и структурно-функциональными параметрами сердца у пациентов с острым коронарным синдромом на фоне недифференцированной дисплазии соединительной ткани  
*Sultanova O., Chernysheva E., Kuzmichev B., Khupieva Rukiyat Abu Hasanovna, Kotelnikova I.* — The relationship between magnesium levels and structural and functional parameters of the heart in patients with acute coronary syndrome on the background of undifferentiated connective tissue dysplasia . . . . . 175
- Цаллагова Л.В., Кабулова И.В.** — Исследование показателей репродуктивной функции и качества жизни при нарушениях репродукции в РСО-Алания и общие принципы реабилитации  
*Tsallagova L., Kabulova I.* — Research of indicators of reproductive function and quality of life in cases of reproductive disorders in the Russian Federation and general principles of rehabilitation. . . . . 179
- Чуйкова В.С., Высоцкая И.В.** — Тактика рационального применения нутритивной поддержки при использовании лекарственной терапии у пациентов с онкологическими заболеваниями  
*Chuikova V., Vysotskaya I.* — Tactics of rational application of nutritional support when using drug therapy in patients with oncological diseases. . . . 184
- Наши авторы . . . . . 188

# ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА SORBUS SAMBUCIFOLIA, S. KAMTSCHATENSIS И ИХ ГИБРИДОВ<sup>1</sup>

## ECONOMIC AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SORBUS SAMBUCIFOLIA, S. KAMTSCHATENSIS AND THEIR HYBRIDS<sup>2</sup>

**S. Asbaganov  
V. Evsyukov  
D. Marusov  
B. Choodu  
P. Panikhin**

**Summary.** Mountain ash is a promising object for introduction and breeding in the northern regions of Russia. The *Sorbus sibirica* species, native to Siberia, is little used in economic activities due to a number of disadvantages — poor fruit taste, small fruit, tallness. To expand the directions in the breeding of this species, the introduction of closely related species is necessary. *Sorbus sambucifolia* is a promising donor of a polymorphic complex of economically valuable traits. This species easily crosses with local selected forms of *Sorbus sibirica*. One of the F<sub>1</sub> hybrids is *S. sambucifolia* × *S. sibirica* of the CSBS SB RAS selection has already been registered as a new variety and can be used in further breeding work. According to the results of expedition surveys of natural populations of *S. sambucifolia* and *S. kamtschatensis* on the Kamchatka Peninsula, 93 forms of the original species and hybrids were selected. Morphometric and tasting characteristics of their fruits were analyzed. The average values, limits, coefficients of variation of the number of fruits in the inflorescence, fruit weight, characteristics of the skin, consistency of pulp, taste and color of fruits are established. Among the selected forms from the Kamchatka Peninsula, «Buzinolistnaya 2GK1217» is highlighted with very large fruits with an average weight of 1.3 g, good taste and consistency of the pulp. From the selected forms of *S. kamtschatensis*, «Kamchatskaya G1202» was isolated. The most outstanding natural hybrid «Zavoiko Hybrid 1229» with restrained growth and large fruits was found in the Yelizovsky district of Kamchatka. The high fertility of gametophytes in selected forms of *S. sambucifolia*, *S. sibirica* and their artificial hybrid F<sub>1</sub> *S. sambucifolia* × *S. sibirica* was experimentally shown on a model combination of crosses. The complex of field and laboratory studies carried out allows us to conclude that the involvement of *S. sambucifolia* and its hybrids in mountain ash selection in Novosibirsk is promising.

**Keywords:** *Sorbus*, *Sorbus sambucifolia*, hybridization, selection.

**Асбаганов Сергей Валентинович**

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук  
cryonus@mail.ru

**Евсюков Вадим Сергеевич**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
v.evsyukov@g.nsu.ru

**Марусов Данила Сергеевич**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
v.evsyukov@g.nsu.ru

**Чооду Байыр-Белек Мергенович**

Аспирант, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук  
baiyr\_94@mail.ru

**Панихин Павел Александрович**

Младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук  
panikhin@mcb.nsc.ru

**Аннотация.** Рябина является перспективным объектом для интродукции и селекции в северных регионах России. Местный для Сибири вид *Sorbus sibirica* мало используется в хозяйственной деятельности по причине ряда недостатков — плохой вкус плодов, мелкоплодность, высокорослость. Для расширения направлений в селекции этого вида необходима интродукция близкородственных видов. *Sorbus sambucifolia* (рябина бузинолистная) — перспективный доноров полиморфного комплекса хозяйственно ценных признаков. Этот вид легко скрещивается с местными отборными формами *Sorbus sibirica*. Один из гибридов F<sub>1</sub> *S. sambucifolia* × *S. sibirica* селекции ЦСБС СО РАН уже зарегистрирован в качестве нового сорта и может быть использован в дальнейшей селекционной работе. По результатам экспедиционных обследований природных популяций *S. sambucifolia* и *S. kamtschatensis*

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках проекта «Теоретические и прикладные аспекты изучения генофондов природных популяций растений и сохранения растительного разнообразия вне типичной среды обитания (ex situ)» (AAAA-A21-121011290027-6).

<sup>2</sup> This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation program of the scientific research «Theoretical and applied aspects of studying gene pools of natural plant populations and conservation of plant diversity 'outside the typical environment' (ex situ)» (AAAA-A21-121011290027-6).



### Введение

Виды рябины *Sorbus* L. являются перспективными плодовыми, лекарственными и декоративными растениями в северных регионах. В Сибири произрастает *Sorbus sibirica* Hedl. (рябина сибирская), которая мало используется в хозяйственной деятельности поскольку характеризуется рядом недостатков, среди которых наиболее существенные — это плохой вкус плодов, мелкоплодность, высокорослость. Вместе с тем известно, что диплоидные виды *Sorbus*, к которым относится и *S. sibirica*, относительно легко скрещиваются в отдаленных межвидовых и межродовых комбинациях, что может быть использовано для селекции. Для этих целей необходима интродукция потенциально устойчивых видов. Среди перспективных для интродукции в Сибири видов можно отметить *Sorbus sambucifolia* (Cham. et Schlecht). M. Roem, которая естественно произрастает в достаточно суровых климатических условиях на дальневосточном побережье России. По мнению ряда исследователей (Симагин, Горбунов, 2005; Поплавская, 2006; Асбаганов, 2008, 2013), *S. sambucifolia* — перспективный донор полиморфного комплекса хозяйственно ценных признаков. Отборные формы этого вида с Курильских островов, п-ва Камчатка, а также их искусственные гибриды с местными отборными формами *S. sibirica* и *Sorbus aucuparia* L., зимостойки в Новосибирске, ритмы их сезонного развития соответствуют продолжительности и теплообеспеченности вегетационного сезона в Новосибирске (Асбаганов, 2012). Для эффективной селекционной работы в Новосибирске необходим анализ природных популяций *Sorbus sambucifolia* и отбор форм с выдающимися показателями хозяйственно ценных признаков. В данной работе приводится характеристика отборных форм *S. sambucifolia*, *S. kamschatcensis* и естественных гибридов *S. sambucifolia* × *S. kamschatcensis*

на полуострове Камчатка было отобрано 93 формы исходных видов и гибридов. Были проанализированы морфометрические и дегустационные характеристики их плодов. Установлены средние значения, лимиты, коэффициенты вариации числа плодов в соцветии, массы плодов, характеристики кожицы, консистенции мякоти, вкуса и окраски плодов. Среди отборных форм с п-ва Камчатка выделена «Бузинолистная 2ГК1217» с очень крупными плодами средней массой 1.3 г., хорошим вкусом и консистенцией мякоти. Из отборных форм *S. kamschatcensis* выделена «Камчатская Г1202». Наиболее выдающийся естественный гибрид «Гибрид Завойко 1229» со сдержанным ростом и крупными плодами обнаружен в Елизовском районе Камчатки. На модельной комбинации скрещиваний экспериментально показана высокая фертильность гаметофитов у отборных форм *S. sambucifolia*, *S. sibirica* и их искусственного гибрида  $F_1$  *S. sambucifolia* × *S. sibirica*. Проведенный комплекс полевых и лабораторных исследований позволяет сделать вывод о перспективности вовлечения *S. sambucifolia* и её гибридов в селекцию рябины в Новосибирске.

*Ключевые слова:* *Sorbus*, рябина бузинолистная, гибридизация, селекция.

с полуострова Камчатка. Дана экспериментальная оценка перспективности использования *Sorbus sambucifolia* и её гибридов в селекции.

### Материалы и методы

Лабораторные исследования проводились в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН, который расположен в лесостепной зоне юга Западной Сибири в условиях резко-континентального климата с умеренной обеспеченностью теплом и влагой. В полевых и лабораторных экспериментах использовали традиционные программы и методики (Программу и методику..., 1972;), Программу и методику..., 1995; Программу и методику..., 1999). Качество пыльцы оценивали ацетокарминовым методом (Паушева, 1970). Качественные признаки плодов: вкус, консистенцию мякоти, грубость кожицы оценивали по пятибалльной шкале

Толщина кожицы (от очень толстой — 1 б. до очень тонкой — 5 б.), консистенция мякоти (от грубой — 1 б. до нежной — 5 б.), вкус (от очень плохого — 1 б. до отличного — 5 б.). Отбор форм *S. sambucifolia* и *S. kamschatcensis* и их гибридов проводили на полуострове Камчатка (Рис. 1). Статистическая обработка выполнена в пакете программ Microsoft 365 в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова (1985). При подготовке публикации использовали материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» УНУ № USU 440534.

### Результаты и обсуждения

По результатам экспедиционных обследований природных популяций *S. sambucifolia* и *S. kamschatcensis* на полуострове Камчатка было отобрано 93 формы исходных видов и гибридов. Наиболее ценные формы

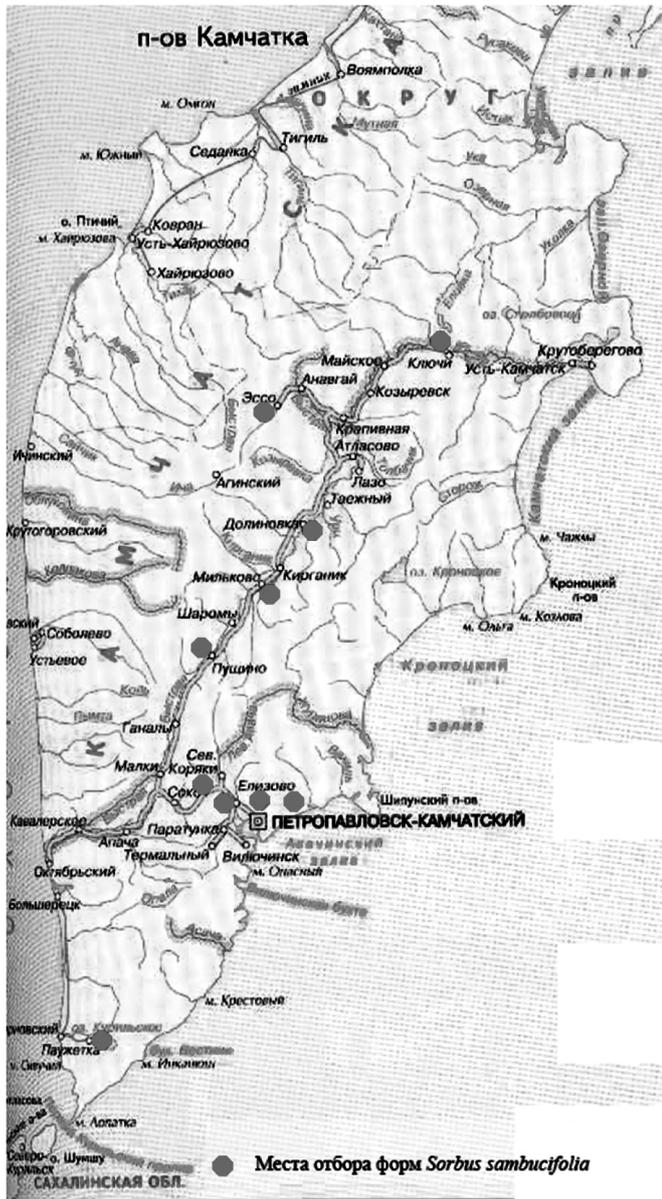


Рис. 1. Места отбора форм *S. sambucifolia* и *S. kamtschatcensis*

были обнаружены во время экспедиции в 2012 году в окрестностях города Елизово. Были проанализированы морфометрические и дегустационные характеристики плодов (Табл. 1). Среди о.ф. *S. sambucifolia* средняя масса плода составила  $0.9 \pm 0.02$  г (мин. 0.5 г, макс. 1.3 г),  $C_v$  — 20,0 %. Оценка вкуса в среднем составила 3.5 балла (мин. 3.5, макс. 4.0), толщина кожицы 2.8 балла (макс. 4.0, мин. 1.0), консистенция мякоти 3.8 балла (мин. 3.0, макс. 4.0). Поверхность плодов чаще всего была красно-оранжевая (37 %) и красная (33 %). Число плодов в соцветии в среднем составило  $22.7 \pm 1,2$  шт. (мин. 7, макс. 48 шт.),  $C_v$  — 36,7 %.

Среди 49 отборных форм *S. sambucifolia* выделяется образец «Бузинолистная 2ГК1217» (рис. 2) — это кустарник около 2 метров высотой, плодов в щитке в среднем

17 штук. Плоды крупные, средней массой 1,3 г (макс. 1,6 г, мин. 1,1 г). Окраска поверхности плодов — красная, вкус и консистенция мякоти — 4.0 б., толщина кожицы — 3.0 б.



Рис. 2. Отборная форма *S. sambucifolia* «Бузинолистная 2ГК1217»

Интродукционные испытания *S. sambucifolia* в ЦСБС начались в 1984, когда Владимир Сергеевич Симагин привез несколько сеянцев этого вида с Курильского острова Итуруп. Лучше всего в условиях Новосибирска показала себя о.ф. «Б-1» — кустарник 2.5 м высотой с направленными вверх и в стороны толстыми скелетными ветками, плотными глянцевыми с верхней стороны листьями. У этого образца плоды удлиненно-овальные, красные, крупные — массой в среднем 1.1 г, со слабым восковым налетом на поверхности. Число плодов в щитке в среднем 20 шт. Плоды о.ф. «Б-1» характеризовались высоким содержанием витамина С (до 455 мг%), имели рыхлую консистенцию мякоти, кожицу средней толщины и кислый вкус (кислотность 12 %, содержание сахаров 8.4 %). По результатам интродукционных испытаний о.ф. «Б-1» была выделена как донор комплекса хозяйственно ценных признаков (низкорослость, зимостойкость, крупноплодность, скороплодность, отсутствие в плодах горечи и терпкости в сочетании с высоким содержанием витаминов). Среди недостатков — это низкая устойчивость к сухости воздуха и почвы, недружное цветение и созревание плодов.

На п-ве Камчатка кроме *S. sambucifolia* на юго-востоке и в центре полуострова произрастает ещё один вид — *S. kamtschatcensis*, который считается эндемиком Камчатки. Филогенетически этот вид очень близок к *S. sibirica*, несмотря на географическую обособленность от основного ареала *S. sibirica*. Рябина сибирская в свою очередь очень близка к *S. aucuparia* и может рассматриваться вместе с *S. kamtschatcensis* как её подвид.

Для дальнейшего анализа мы отобрали 21 форму *S. kamtschatcensis*. Плоды рябины камчатской были значительно меньше по сравнению с рябиной бузинолистной,

Таблица 1.

Морфологические и дегустационные характеристики плодов отборных форм *Sorbus kamtschatcensis*, *Sorbus sambucifolia* и их гибридов с п-ва Камчатка

Наименование	Число плодов в щитке, шт.*	C <sub>v</sub> %	Масса плода, г*	C <sub>v</sub> %	Толщина кожицы, балл*	Консистенция мякоти, балл*	Вкус, балл*	Окраска поверхности плодов — доля форм с окраской, %
<i>S. kamtschatcensis</i> , 21 форма	$\frac{117.4 \pm 9.2}{36.0-233.0}$	35.8	$\frac{0.33 \pm 0.02}{0.10-0.47}$	25.3	$\frac{2.6}{1.5-3.5}$	$\frac{3.5}{1.5-4.0}$	$\frac{2.8}{1.8-3.2}$	КО — 38.1 ЖО — 23.8 ОК — 19.0 О — 14.3
<i>S. sambucifolia</i> , 49 форм	$\frac{22.7 \pm 1.2}{7.0-48.0}$	36.7	$\frac{0.86 \pm 0.02}{0.51-1.29}$	20.0	$\frac{2.8}{1.0-4.0}$	$\frac{3.8}{3.0-4.0}$	$\frac{3.6}{3.5-4.0}$	КО — 36.7 К — 32.7 ОК — 26.5 О — 2.0
<i>S. sambucifolia</i> × <i>S. kamtschatcensis</i> , 23 формы	$\frac{40.2 \pm 4.2}{21.0-107.0}$	49.5	$\frac{0.56 \pm 0.04}{0.24-1.15}$	38.3	$\frac{2.8}{2.0-4.0}$	$\frac{3.2}{2.8-4.2}$	$\frac{3.4}{2.8-4.2}$	КО — 34.8 О — 21.7 ОК — 17.4 К — 17.4

Примечание: \* — в числителе указаны средние значения и ошибки, в знаменателе — лимиты. Окраска: КО — красно-оранжевая, ОК — оранжево-красная, ЖО — желто-оранжевая, О — оранжевая, К — красная

их средняя масса составляла 0.3 г (макс. 0.47, мин. 0.10 г), C<sub>v</sub> — 25.3 %, чаще всего поверхность плодов имела красно-оранжевую (38 %) и желто-оранжевую (24 %) окраску. Дегустационные качества плодов *S. kamtschatcensis* также сильно уступают рябине бузинолистной — в среднем вкус составил 2.8 балла (макс. 3.2, мин. 1.8), толщина кожицы варьировала от 3.5 до 1.5 балла (средняя 2.6), консистенция мякоти — от 4.0 до 1.5 (средняя 3.5 балла). Число плодов в щитке у о.ф. *S. kamtschatcensis* было значительно больше, чем у *S. sambucifolia*, в среднем 117.4±9.2 шт. (от 36 до 233 шт.), C<sub>v</sub> — 35.8 %.

Наиболее крупноплодная отборная форма *S. kamtschatcensis* «Камчатская Г1202» была выделена в Елизовском районе — это дерево около 10 метров высотой. Плоды желто-оранжевые, в среднем по 120 штук в щитке, массой от 0.3 до 0.6 г (средняя 0.47 г). Как и у большинства представителей рябины сибирской во вкусе плодов выражена горечь и терпкость, оценка вкуса — 2.8 б., мякоть негрубая — 3.8 б., кожица средней толщины — 2.8 б.

Полуостров Камчатка характеризуется очень изменчивым рельефом и климатом, что в совокупности обеспечивает формирование большого разнообразия экологических ниш. Контрастные условия на коротких дистанциях создают идеальные условия нарушения репродуктивной изоляции у ксеногамных близкородственных видов. Так, по склонам сопок происходит контакт популяций *S. sambucifolia* и *S. kamtschatcensis* (рис. 3), что приводит к формированию многочисленных гибридогенные формы с различным сочетанием признаков исходных видов (Асбаганов, 2006, 2009). Благодаря большому числу переходных микроэкологических ниш

такие гибриды поддерживаются отбором и продолжают участвовать в репродуктивных отношениях с исходными видами.

*S. sambucifolia* и *S. kamtschatcensis* являются примером «хороших» видов, в том плане, что комплексы их таксономических признаков позволяют легко дифференцировать представителей этих видов друг от друга. Соответственно и промежуточные гибридогенные формы также хорошо идентифицируются. Однако при дальнейшей гибридизации между собой и исходными видами создается очень большое разнообразие переходных форм. Отдельные гибридогенные биотипы сочетают комплекс хозяйственно ценных признаков и могут быть селектированы в качестве исходного материала для интродукции и селекции в северных регионах.

Экспедиционное обследование природных популяций *S. sambucifolia* и *S. kamtschatcensis* мы проводили в 2004 и 2012 гг. В 2004 году большая часть обнаруженных гибридов и форм *S. kamtschatcensis* имела мелкие и горькие плоды, малоприспособленные в селекционной работе. Причина такого преобладания мелкоплодных форм заключается в генетических особенностях *S. kamtschatcensis* — большинство генотипов этого вида формируют очень мелкие плоды плохого вкуса. Тем не менее по результатам второй экспедиции — в 2012 г. нам удалось найти несколько образцов рябины камчатской с относительно крупными плодами, а также были выявлены симпатрические популяции, где встречались крупноплодные формы *S. kamtschatcensis* и её гибридов с *S. sambucifolia*. Наиболее крупноплодные формы, сочетающие комплекс хозяйственно ценных признаков, были закреплены в коллекции ЦСБС. Некоторые из этих

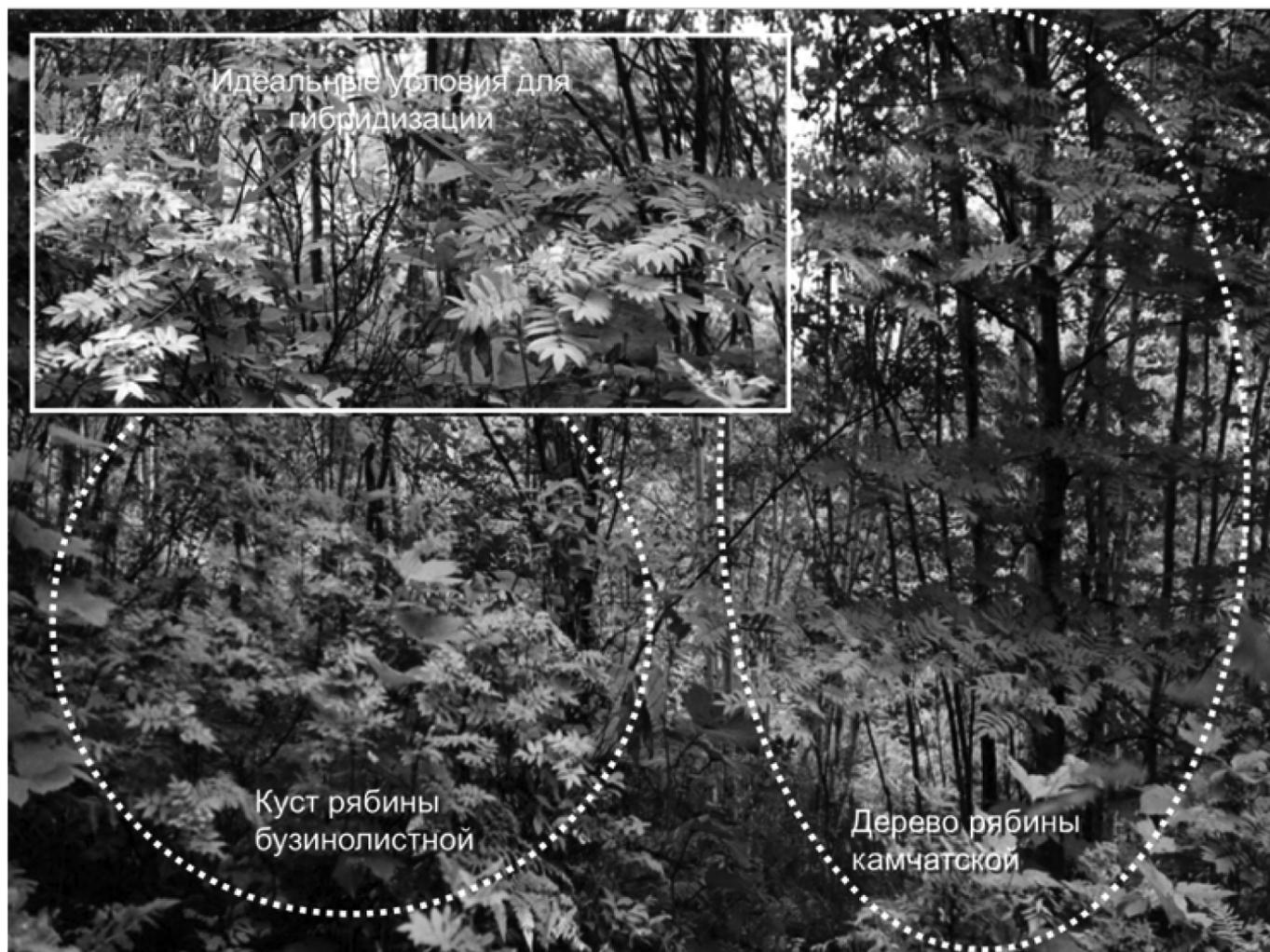


Рис. 3. Совместное произрастание *S. sambucifolia* и *S. kamtschatsensis* в Елизовском районе Камчатки

гибридогенных биотипов по комплексу признаков превосходят современные сорта рябины и при этом имеют высокие показатели устойчивости в условиях холодного климата.

Всего было отобрано 23 формы гибридов *S. sambucifolia* × *S. kamtschatsensis*. Средняя масса плодов у этой выборки составила  $0.6 \pm 0.04$  г (макс. 1.2 г, мин. 0.2),  $C_v$  — 38.3 %. Число плодов в щитке в среднем —  $40.2 \pm 4.2$  шт. (от 21 до 107 шт.),  $C_v$  — 49.5 %. Поверхность плодов чаще всего была красно-оранжевой (34.8 %) и оранжевой (21.7 %), вкуса — 3.4 б. (макс. 4.2, мин. 2.8), толщина кожицы 2.8 б. (макс. 4.0, мин. 2.0), консистенция мякоти — 3.2 б. (макс. 4.2, мин. 2.8).

Среди выделенных форм наиболее выдающимся оказался «Гибрид Завойко 1229» из Елизовского района Камчатки (рис. 4) — кустарник сдержанного роста около 3.5 м высотой. Плоды красной окраски, крупные, средней массой 1,2 г, (макс. 1.4 г, мин. 0.7 г), консистенция мякоти 3.0 б., толщина кожицы 2.5 б., вкус 3.5 б., число плодов в щитке 50 шт.

Большинство диплоидных видов рябин относительно легко скрещиваются, формируя фертильное потомство. Межвидовая и межродовая гибридизация широко распространены в природе и культуре при совместном произрастании нескольких видов рябины. Это связано



Рис. 4. Гибрид Завойко 1229 — отборная форма природного гибрида *S. sambucifolia* × *S. kamtschatsensis*

Таблица 2.

Значения фертильности гаметофитов у искусственного гибрида  $F_1$  *S. sambucifolia* × *S. sibirica* в сравнении с его родительскими формами видов *S. sibirica* и *S. sambucifolia* в условиях Новосибирска

Отборная форма	Фертильность пыльцы			Самофертильность			Свободное опыление		
	Число фертильных пыльцевых зерен, шт.	Число стерильных пыльцевых зерен, шт.	Фертильность, %	Число опыленных цветков, шт.	Завязалось плодов, шт.	Завязываемость, %	Число опыленных цветков, шт.	Завязалось плодов, шт.	Завязываемость, %
<i>S. sibirica</i> , (ф. ЦВПП-51)	341	17	95,0	450	0	0,0	450	213	47,3
<i>S. sambucifolia</i> (ф. ЦСБС-1)	249	12	95,4	197	4	2,0	264	120	45,5
$F_1$ ( <i>S. sambucifolia</i> × <i>S. sibirica</i> ) (ф. БК-1)	476	54	88,7	500	0	0,0	550	374	68,0

с историей гибридогенного возникновения подсемейства *Maloideae* и соответственно близким генетическим родством его таксонов (Robertson et al., 2010). Поэтому метод отдаленной гибридизации для рябины считается наиболее эффективным для создания новых форм и сортов (Мичурин, 1940; Петров, 1957; Поплавская, 2006).

В Новосибирске в ЦСБС СО РАН с 90-х годов прошлого века проводятся исследования по интродукции рябины (Симагин, Горбунов, 2005). Симагин В.С. впервые установил, что *S. sambucifolia*, *S. sibirica* и *S. aucuparia* скрещиваются в реципрокных комбинациях, и гибридные сеянцы наследуют промежуточную морфологию.

Поскольку среди видов рода *Sorbus* распространен апомиксис, а у межвидовых гибридов могут наблюдаться нарушения микроспорогенеза (Liljefors, 1953; Robertson et al., 2010), мы на модельной комбинации скрещивания исследовали самофертильность и качество пыльцы у *S. sibirica* и *S. sambucifolia* и их искусственного гибрида  $F_1$  *S. sambucifolia* × *S. sibirica*. Было установлено, что *S. sambucifolia* и *S. sibirica* характеризуются сопоставимо высокими значениями фертильности гаметофитов (табл. 2). У искусственного гибрида фертильность мужских гаметофитов была немного ниже, а женских — выше. Гибрид  $F_1$  *S. sambucifolia* × *S. sibirica* наследовал промежуточное морфологическое строение, но оказал-

ся скороплодным по сравнению с родительскими формами. Этот гибрид был зарегистрирован в качестве нового сорта «Шарик» (Asbaganov et al., 2020).

#### Заключение

Особенности рельефа и эколого-климатические условия полуострова Камчатка создают обширное разнообразие экологических ниш, что проявляется в значительном полиморфизме *S. sambucifolia*. Благодаря естественной гибридизации в симпатрических популяциях с *S. kamtschatsensis* формируются многочисленные переходные гибридогенные формы, сочетающие ценные признаки обоих видов. Моделирование репродуктивных отношений *S. sambucifolia* свидетельствует об отсутствии межвидовых барьеров даже в комбинациях скрещиваний генотипов, значительно географически удаленных друг от друга. В условиях Новосибирска у гибрида  $F_1$  *S. sambucifolia* × *S. sibirica* сохраняются высокие показатели фертильности гаметофитов, проявляется гетерозис и наследуется сочетание хозяйственно-ценных признаков родительских генотипов. Проведенный комплекс полевых и лабораторных исследований позволяет сделать вывод о перспективности вовлечения *S. sambucifolia* и её гибридов в селекцию рябины в условиях Сибири.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Асбаганов С.В. Изменчивость листьев *Sorbus sambucifolia* (Rosaceae) на Камчатке // Растительные ресурсы. — 2006. — Т. 42, № 4. — С. 17–22. — EDN HVSZIF.
2. Асбаганов С.В. Перспективы интродукции рябины бузинолистной в Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 2008. — № 4(184). — С. 49–56. — EDN IPVZCD.
3. Асбаганов С.В. Ритмы сезонного развития инродуцентов рода *Sorbus* L. в условиях Новосибирска // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 2012. — № 4(227). — С. 81–88. — EDN PEKUPF.

4. Асбаганов С.В. Рябина // Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири / А.Б. Горбунов, В.С. Симагин, Ю.В. Фотев [и др.]; под ред. И.Ю. Коропачинский, А.Б. Горбунов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Центральный сибирский ботанический сад. — Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2013. С. 61–85. — EDN VJOIRZ.
5. Asbaganov S., Lokteva A., Rupasova Zh. New cultivar of mountain ash (*Sorbus*) Siberian breeding. *BIO Web of Conferences*. 2020. 24, 00003. *International Conferences «Plant Diversity: Status, Trends, Conservation Concept» 2020*. DOI: 10.1051/bioconf/20202400003
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
7. Симагин В.С., Горбунов А.Б. Перспективы межвидовой гибридизации рябины в Сибири // Садоводство и цветоводство на современном этапе: Сборник научных трудов Юбилейной конференции (г. Бердск, 29 апреля 2005). Новосибирск: РАСХН. Сибирское отделение. НЗПЯОС им. И.В. Мичурина. 2005. С. 150–153.
8. Мичурин И.В. Собрание сочинений: в 4 т. — М.: ОГИЗ; Госсельхозиздат, 1948. — Т.2. — 619 с.
9. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. — М.: Колос, 1970. — 255 с.
10. Петров Е.М. Рябина. — М.: Сельхозгиз, 1957. — 152 с.
11. Поплавская Т.К. Селекция и внедрение новых сортов рябины в садоводство России. — Пермь: Перм. книжн. изд-во, 2006. — 152 с.
12. Программа и методика отдаленной гибридизации плодовых и ягодных культур / Под ред. Я.С. Нестерова. — Мичуринск: ЦГЛ им. И.В. Мичурина, 1972. — 144 с.
13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел: ВНИИСПК, 1999. — 608 с.
14. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел: ВНИИСПК, 1995. — 504 с.
15. Liljefors A. Studies on propagation, embryology and pollination in *Sorbus* // *Acta Horti Bergiani*. — 1953. — Vol. 16. — № 10. — P. 277–329.
16. Robertson A., Rich T.C.G., Allen A.M., Houston L., Roberts C., Bridle J.R., Harris S.A., Hiscock S.J. Hybridization and polyploidy as drivers of continuing evolution and speciation in *Sorbus* // *Molecular Ecology*. — 2010. — Vol. 19. — № 8. — P. 1675–1690.

---

© Асбаганов Сергей Валентинович (cryonus@mail.ru); Евсюков Вадим Сергеевич (v.evsyukov@g.nsu.ru);  
Марусов Данила Сергеевич (v.evsyukov@g.nsu.ru); Чооду Байыр-Белек Мергенович (baiyr\_94@mail.ru);  
Панихин Павел Александрович (panikhin@mcb.nsc.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПОТЕНЦИАЛ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СУБСТРАТОВ ОТ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ<sup>1</sup>

## THE POTENTIAL OF HYDROCARBON- OXIDIZING MICROORGANISMS FOR USE IN THE PROCESSES OF CLEANING SUBSTRATES FROM OIL POLLUTION

A. Vit  
A. Saltykova  
L. Erofeevskaya  
E. Dalbaeva

**Summary.** It is shown that in the conditions of laboratory experience, the bacterial strain *Bacillus subtilis* isolated from the permafrost soil of Yakutia has a high activity in the field of oil pollution utilization. The use of the isolated strain in the process of bioremediation of oil pollution has significant potential in terms of environmental sustainability and purification efficiency. *Bacillus subtilis* can be a valuable resource for biotechnological processes of refining petroleum products. These studies shed light on the prospect of using *Bacillus subtilis* as bioremediants for the disposal of oil pollution. This allows us to consider new approaches and technologies in the field of cleaning and restoration of ecosystems affected by oil accidents and industrial emissions.

**Keywords:** oil, recultivation, soil, biological product, hydrocarbon-oxidizing microorganisms, *Bacillus subtilis*.

**Вит Алина Александровна**

Аспирант, ФИЦ «Якутский научный центр  
Сибирского отделения Российской академии наук»,  
alina\_vit@list.ru

**Салтыкова Анастасия Леонидовна**

ФГБОУ ВО «Арктический государственный  
агротехнологический университет»,  
ny94@list.ru

**Ерофеевская Лариса Анатольевна**

Кандидат биологических наук, старший научный  
сотрудник, ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН» —  
обособленное подразделение

Институт проблем нефти и газа СО РАН;

Доцент, Горный институт СВФУ им. М.К. Аммосова,  
lora-07.65@mail.ru

**Далбаева Елена Александровна**

Аспирант, инженер-исследователь, ФИЦ «Якутский  
научный центр СО РАН» — обособленное подразделение  
Институт проблем нефти и газа СО РАН  
aselka@mail.ru

**Аннотация.** Показано, что в условиях лабораторного опыта бактериальный штамм *Bacillus subtilis*, выделенный из мерзлотной почвы Якутии, обладает высокой активностью в области утилизации нефтезагрязнения. Применение выделенного штамма в процессе биоремедиации нефтяных загрязнений имеет значительный потенциал с точки зрения экологической устойчивости и эффективности очистки. *Bacillus subtilis* может представлять ценный ресурс для биотехнологических процессов очистки нефтепродуктов. Данные исследования проливают свет на перспективу использования *Bacillus subtilis* в качестве биоремедиантов для утилизации нефтяных загрязнений. Это позволяет рассмотреть новые подходы и технологии в области очистки и восстановления экосистем, пострадавших от нефтяных аварий и промышленных выбросов.

**Ключевые слова:** нефть, рекультивация, почва, биопрепарат, углеводородо-кисляющие микроорганизмы, *Bacillus subtilis*.

### Введение

**Н**ефтедобыча является одной из основных отраслей промышленности в Республике Саха (Якутия), поэтому играет важную роль в экономике региона. Однако, несмотря на значительные экономические выгоды, нефтепромыслы влияют на окружающую среду, приводя к загрязнению почвы и воды нефтепродуктами (НП). Это вызывает снижение плодородия почвы,

уничтожение растительного и животного мира, а также угрожает здоровью местных жителей. Известно, что нефтезагрязненные земли в условиях Крайнего Севера восстанавливаются в течение многих лет [1., С. 140–159; 2, 511 с.; 3, 360 с; 4, 243 с.]. На реабилитацию мерзлотных почв оказывает влияние рационированное использование природных ресурсов, правильное планирование нефтедобычи, труднодоступность мест аварийных нефтеразливов, а также применяемые методы рекультивации.

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках проекта НОЦ «Север» с использованием научного оборудования ЦКП Федерального исследовательского центра Якутского научного центра СО РАН в рамках реализации мероприятий по гранту № 13.ЦКП.210016.

Значительная часть территории Российской Федерации относится к Арктической зоне, а 95 % расположено в лесном фонде [5, С. 185–194]. Земли лесного назначения очень трудно поддаются рекультивации по причине, связанной с прохождением транспортной техники. Так, ягель восстанавливается в течение 25–30 лет, а для восстановления древостоя на нефтезагрязненных территориях в условиях криолитозоны может потребоваться до 100 лет. Одной из возможных стратегий восстановления нефтезагрязненных земель лесного фонда является использование специальных транспортных средств и оборудования, разработанных для работы в условиях леса. Эти средства и оборудование могут включать в себя низконагруженные устройства и широкие колеса или гусеницы, которые позволяют снизить негативное влияние на почву и растительный покров. Также важно разработать и применять методы рекультивации, которые максимально учитывают особенности почвы и растительности лесных земель. Например, использование семян или саженцев лесных растений, адаптированных к местным условиям. Такой подход с применением фиторекультивации на нарушенных землях помогает ускорить процесс восстановления лесного покрова.

1. В зависимости от степени повреждения почвы, могут использоваться различные методы рекультивации, включая применение органических и минеральных удобрений, биологическую рекультивацию (например, использование специальных грибов и бактерий), а также создание искусственных консорциумов полезных микроорганизмов, способствующих восстановлению почвенной структуры [6, С. 92–100; 7, С. 54–60].

Важным аспектом рекультивации лесных земель является также учет потенциальных экологических последствий и негативного воздействия на биологическое разнообразие. Мерзлотные почвы имеют специфическую структуру и свойства, и их восстановление требует особого подхода. Это связано с особенностями процессов, происходящих в мерзлых почвах, таких как периодическое оттаивание-замерзание и миграция воды в почвенном профиле. Кроме того, они включают в себя комплексные экосистемы с разнообразным растительным и животным миром, которые также требуют внимания при рекультивации. Таким образом, воздействие нефти на биологическое разнообразие может быть разрушительным, выражается в различных негативных последствиях и охватывает следующие аспекты:

1. Загрязнение водных и прибрежных экосистем. Разливы нефти в океанах, реках или прибрежных зонах приводят к поверхностному и подводному загрязнению. Нефть формирует плотные пленки на поверхности воды, которые могут препятствовать доступу кислорода к морским организмам и растениям, а также вызывать удушье и утопление животных. Загрязнение морского дна

и береговой зоны может негативно влиять на растения, животных и микроорганизмы, нарушая их жизненную среду и пищевую цепь.

2. Токсичность нефти. Нефть содержит различные токсичные вещества, такие как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), фенолы и тяжелые металлы. Эти вещества могут оказывать вредное воздействие на организмы, вызывая токсические эффекты, такие как повреждение клеток, нарушение функций органов и систем, изменение роста и развития, а также повышенную смертность организмов.
3. Повреждение морских и прибрежных экосистем. Нефть может загрязнять морские воды, песчаные пляжи, морские растения и рифы, вызывая их увядание и гибель. Это может привести к потере биологического разнообразия, поскольку многие виды животных и растений зависят от этих мест в качестве места обитания, питания и размножения.
4. Негативное влияние на пищевую цепь. Загрязнение нефтью может привести к сокращению пищевых ресурсов, таких как планктон, рыбы и другие морские организмы, поскольку они могут быть отравлены или лишены пищевых источников. Это может вызвать снижение популяции и разнообразия морской жизни, а также негативно сказаться на рыболовстве и промышленной деятельности, зависящей от морских ресурсов.
5. Долгосрочные последствия. Загрязнение нефтью может иметь долговременные эффекты на экосистемы и биологическое разнообразие. Оно может привести к накоплению токсических веществ в почвах и воде, что оказывает влияние на микроорганизмы и нарушает биохимические процессы. Это может вызывать понижение плодородия почвы и длительные изменения в экосистемах, которые могут требовать десятилетия для восстановления.

В целом, воздействие нефти на биологическое разнообразие крайне важно и требует принятия мер для предотвращения загрязнения и минимизации его негативных последствий. Поэтому, при планировании и осуществлении мероприятий по рекультивации, необходимо учитывать все аспекты сохранения природы и устойчивого развития. Правильное планирование и инновационные подходы помогут справиться с проблемами и достичь успешной рекультивации этих земель. Рациональное использование природных ресурсов и правильное планирование нефтедобычи также позволяют снизить негативное воздействие на мерзлотные почвы. Например, использование технологий горизонтального бурения позволяет сократить количество прокладываемых трубопроводов, что уменьшает нарушение почвенного покрова и минимизирует разрушение мерзлоты.

Тем не менее, даже при соблюдении правильной технологии добычи нефти неизбежно возникает загрязнение почвы нефтепродуктами (НП). В таких случаях важно принять меры по рекультивации. Биологическая рекультивация может быть эффективным методом восстановления мерзлотных почв. Она включает использование микроорганизмов, таких как бактерии и грибы, которые способны биологически разлагать нефтепродукты и восстанавливать почву. Дополнительно, может потребоваться восстановление растительного покрова для укрепления почвы и активации её стабилизации. Однако, следует учитывать особенности мерзлых почв, такие как низкая температура и ограниченная доступность кислорода. Поэтому важно выбрать правильные микроорганизмы и создать оптимальные условия для их жизнедеятельности. Таким образом, рекультивация мерзлых почв требует комплексного подхода и сочетания различных методов. Рациональное использование ресурсов и правильное планирование нефтедобычи сокращают негативное влияние, а биологическая рекультивация помогает восстановить почву и ее экологические функции. Это позволяет достичь экологической безопасности и сохранения биологического разнообразия на мерзлотных почвах Крайнего Севера.

*Цель* данного исследования заключалась в поиске эффективного штамма, способного к деградации нефтезагрязнения.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

1. Сбор образцов почвы из участков, загрязненных нефтью, для микробиологического анализа;
2. Исследование микроорганизмов, присутствующих в образцах, с целью выявления потенциальных деградантов нефти;
3. Определение потенциала разложения нефти в накопительной культуре;
4. Выделение и изучение наиболее эффективных штаммов, способных эффективно деградировать нефть в условиях лабораторного опыта;
5. Определение оптимальных условий для роста и активности эффективных штаммов, включая температуру, pH и наличие необходимых питательных веществ.
6. Генетическая идентификация отобранного штамма, способного к деградации нефти в условиях лабораторного опыта.
7. Формирование выводов и рекомендаций по использованию эффективного штамма в практике биоремедиации нефтезагрязнений.

*Материалом для микробиологических исследований* служили:

1. Образец нефтезагрязненной мерзлотной почвы, отобранный на территории Республики Саха (Якутия).

2. Культура углеводородокисляющих бактерий рода (*Bacillus*), выделенная из образца нефтезагрязненной мерзлотной почвы, отобранного на территории северо-восточной части Республики Саха (Якутия).

### Методы исследований

Для культивирования углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ) использовали разнообразные вариации питательных сред, включая жидкую — и твердую среду Мюнца [8, 10 с.]. Каждая среда содержала 1 % нефти. В случае жидких сред, УОМ были выращены при температуре  $+20\pm 1^\circ\text{C}$  и скоростью вращения 180 оборотов в минуту в течение периода от 6 до 120 суток.

В данном исследовании была проведена оценка эффективности бактериальной культуры. *Bacillus subtilis* деградировать нефтезагрязнение в условиях лабораторного опыта.

Деструкцию нефти определяли визуально, основываясь на наблюдении лизиса (растворения нефти), дезинтеграции нефтяного слоя и образования пигмента. Степень деградации нефти оценивалась с использованием 3-х бальной шкалы, где выделенные УОМ были отнесены к одному из следующих разрядов:

«+++» высокая активность в области утилизации нефтезагрязнения;

«++» удовлетворительная активность в области утилизации нефтезагрязнения;

«+» слабая активность в области утилизации нефтезагрязнения;

«-» микроорганизм, не способный утилизировать нефтезагрязнение.

### Результаты и обсуждение

Культура *Bacillus subtilis* получена из почвенных образцов, отобранных в Момском улусе, Северо-восточной части Республики Саха (Якутия). Генетическая идентификация штамма была выполнена на базе ФГУП «ГосНИИгенетика» (ВКПМ, Москва, 1 Дорожный пер.).

В результате анализа последовательности переменных участков 16S rDNA была обнаружена и получена следующая нуклеотидная последовательность (рис. 1).

С целью проведения более детального анализа, полученные секвенции были обработаны с использованием компьютерной программы, доступной на веб-платформе RDB II (Ribosomal Database Project II). Результаты обработки секвенсов подробно представлены в табл. 1, приведенной ниже.

CTTCTGCMTCAGTTCCCCAGTTTCCAATGACCCCTCCCCGGTTGAG  
 CCGGGGGCTTTCACATCAGACTTAAGAAACCGCCTGCGAGCCCTTTACG  
 CCCAATAATTCGGGACAA CGCTTGCCA CCTACGTATTACCGCGGCTGCT  
 GGCACGTAGTTAGCCGTGGCTTTCTGGTTAGGTACCGTCAAGGTGCCGC  
 CCTATTTGAACGGCACTTGTCTTCCCTAACAAACAGAGCTTTACGATCC  
 GAAAACCTTCATCACTCACGCGGCGTTGCTCCGTCAGACTTTCGTCCAT  
 TCGGGAAGA TTCCCTACTGCTGCCTCCCGTAGGAGTCTGGGCCGTGTCT  
 CAGTCCCAGTGTGGCCGA TCA CCTCTCAGGTCGGCTACGCATCGTYGC  
 CTTGGTGAGCCR TTACCTACCAACTAGCTAA TCGCCCGCGGGTCCATC  
 TGTAAGTGGTAGCCGAAGCCACCTTTTATGTTTGAACCATGCGGTTCAA  
 ACAAGCATCCGGTATTAGCCCCGGTTTCCCGGAGTTATCCCAGTCTTAC  
 AGGCAGGTTACCCACGTGTTA CTCACCCGTCCGCGCTAACATCAGGG  
 AGCAAGCTCCCATCTGTCCGCTCGACTTGTCATGTATTAGGCACGCCGCC  
 AGCGTTCGTCTGAGCCAGGATCAA ACTCT

Рис. 1. Нуклеотидная последовательность для штамма *Bacillus subtilis*

Таблица 1.

Результаты обработки последовательностей

Name (наименование)	Strain (штамм)	Accession (присоединение, последовательность)	Pairwise Similarity (парное сходство), (%)	Diff/Total (Разница/Всего), nt
<i>B. subtilis</i>	DSM10 (T)	AJ276351	98,6	1/940
<i>B. mojavensis</i>	IF015718 (T)	AB021191	98,6	1/942
<i>B. vallismortis</i>	DSM11031 (T)	AB021198	98,8	1/992
<i>B. atrophaeus</i>	JCM9070 (T)	AB021181	98,8	1/969
<i>B. subtilis</i>	NRRL B-23049 (T)	AF074970	98,8	1/935
<i>B. amyloliquefaciens</i>	NBRC 15535	AB255669	98,6	1/960
<i>B. methylophilus</i>	CBMB205 (T)	EU194897	98,0	1/903
<i>B. siamensis</i>	PD-A10 (T)	GQ281299	98,1	1/965
<i>B. tequilensis</i>	10b (T)	HQ223107	98,4	1/926
<i>B. licheniformis</i>	ATCC14580 (T) DSM13	CP000002	98,0	1/887
<i>B. amyloliquefaciens</i>	DSM7 (T)	FN597644	98,6	1/976

Дополнительный анализ, проведенный с использованием базы данных RDP II и последовательностей 16S рРНК, подтвердил гомологию исследуемого штамма с уже ранее идентифицированными видами бактерий. Это подтверждает правильность определения и классификации штамма на основании генетических данных и подтверждает его принадлежность к определенной систематической группе. На основе этих данных было построено филогенетическое дерево, на котором отражена близость родственных штаммов (рис. 2).

При проведении идентификации исследуемых штаммов использовался специальный метод с использованием видоспецифических праймеров. Этот метод известен

своей способностью к более точной идентификации, поскольку праймеры специфично связываются с уникальными участками генома конкретного вида. Это позволяет получить детальные и достоверные результаты идентификации, исключая возможность путаницы или ошибочной классификации.

На основании проведенных исследований было определено, что выделенный штамм микроорганизма принадлежит к следующим систематическим группам: Домен: Bacteria; Тип: Firmicutes; Класс: Bacilli; Порядок: Bacillales; Семейство: Bacillaceae; Род: *Bacillus*; Вид: *Bacillus subtilis*.

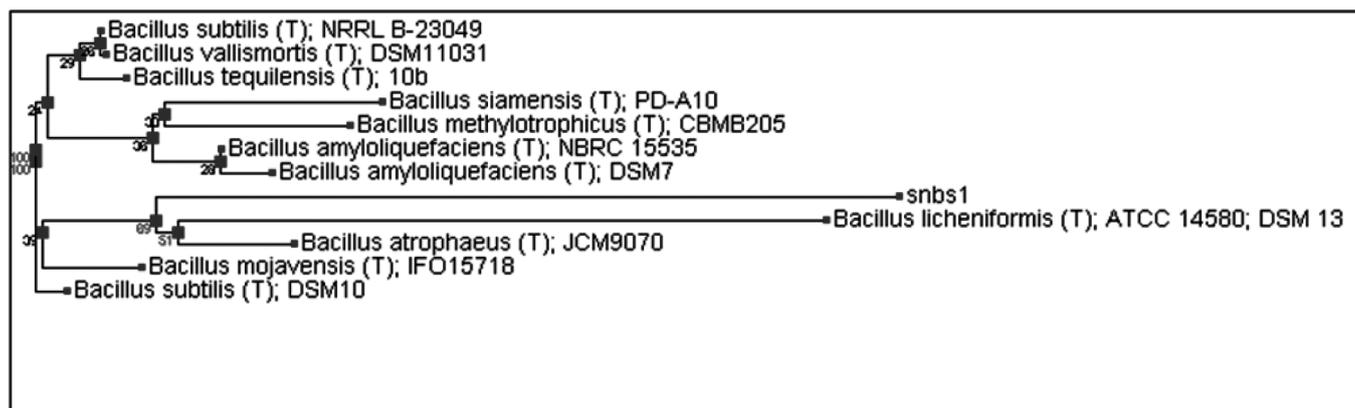


Рис. 2. Филогенетическое дерево выделенного штамма

Эти идентификационные характеристики позволяют точно классифицировать штамм и определить его систематическое положение в бактериальной таксономии.

Оценка степени деградации нефти показала, что штамм *Bacillus subtilis* проявляет высокую активность в области утилизации нефтезагрязнений (+++). Это свидетельствует о его значительном потенциале в биореме-

диации и использовании в процессах очистки нефтяных загрязнений. Полученные результаты подтверждают положительные характеристики штамма *Bacillus subtilis* и его важность в решении проблемы нефтезагрязнения. Однако, важно отметить, что дальнейшие исследования и эксперименты необходимы для полного понимания его потенциала и оптимизации его использования в практических целях.

## ЛИТЕРАТУРА

- Оборин А.А., Калачникова И.Г., Масливец Т.А., Базенкова Е.И., Плещеева О.В., Оглоблина А.И. // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. — С. 140–159.
- Оборин А.А., Хмурчик В.Т., Иларионов С.Л., Маркарова М.Ю., Назаров А.В. Нефтезагрязненные биоценозы. — Пермь, 2008. — 511 с.
- Саркисов С.В. Экология: учебник. — СПб.: ВИ (ИТ) ВА МТО, 2015 — 360 с.
- Ерофеевская Л.А. Разработка способа очистки мерзлотных почв и грунтов от нефтезагрязнений в природно-климатических условиях Якутии: диссертация... кандидата биологических наук: 03.02.08 / Ерофеевская Лариса Анатольевна: [Место защиты: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»], 2018. — 248 с. Дата публикации в реестре: 2020-03-03T18:35:26Z.
- Kovyazin V.F., Lepikhina O.Yu., Demidova P.M., Kolesnik O.A., Shobairi S.O.R., Nguyen A.T. Problems of forest resource management in the Arctic zone of the Russian Federation. — Russian Forestry Journal, 2023. — № 3. — С. 185–194.
- Ерофеевская Л.А., Глязнецова Ю.С. Формирование консорциума углеводородокисляющих микроорганизмов для очистки почв от нефтезагрязнений в природно-климатических условиях Якутии // Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по матер. XVII междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск: СибАК, 2014. — № 4 (16). — С. 92–100.
- Erofeevskaia L.A., Saltykova A.L. Properties of strain *Pseudomonas panipatensis* [Электронный ресурс] // Бюллетень науки и практики (Bulletin of science and practice), 2016. — № 11 (12). — С. 54–60. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/properties-of-strain-pseudomonas-panipatensis> (дата обращения: 30.10.2023).
- Пат. 2617951 Российская Федерация, МПК C1, C12N1/20, B09C1/10, C02F3/34, C12R1/125. Штамм бактерий *Bacillus subtilis* — деструктор нефти и нефтепродуктов [Текст] / Ерофеевская Л.А.; Салтыкова А.Л., Вит А.А.; заявитель и патентообладатель ООО МИП «СахаНефтеБиоСорб» — 2015157225/10; заявл. 31.12.15; опубл. 28.04.2017, Бюл. № 13 — 10 с. — <http://www.findpatent.ru/patent/261/2617951.html>

© Вит Алина Александровна (alina\_vit@list.ru); Салтыкова Анастасия Леонидовна (ny94@list.ru);  
Ерофеевская Лариса Анатольевна (lora-07.65@mail.ru); Далбаева Елена Александровна (aselka@mail.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ЦИТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ *PHLOJODICARPUS SIBIRICUS* НА РАКОВЫЕ ЛИНИИ HEPG2 И HELA

## CYTOTOXIC EFFECT OF *PHLOJODICARPUS SIBIRICUS* ON CANCER HEPG2 AND HELA LINES

**A. Egorov**  
**A. Golderova**  
**I. Troev**  
**I. Nikolaeva**  
**R. Gotovtsev**

**Summary.** Despite the many synthetic substances used in modern pharmacology, the issue of finding new substances that would be safe and effective is as pressing as before. Plants growing in a sharply continental climate are promising and poorly studied. At this time, the *Phlojodicarpus sibiricus* is a promising, but poorly studied medicinal plant, growing in cryolithozone conditions it can be a source of biologically active compounds with oncoprotective and antitumor activity. The aim of this study was to evaluate the cytotoxic effect of *Phlojodicarpus sibiricus* lyophilisate on the proliferative activity of cultured cancer cells on HepG2 and HeLa.

**Keywords:** *Phlojodicarpus sibiricus*, lyophilisate, HepG2, HeLa, cytotoxicity, MTT test.

### Введение

Онкологические заболевания в мире занимают вторую причину по смертности. Рак является динамичным заболеванием, сложность лечения заключается в том, что он является гетерогенной группой заболеваний, с нарушением целостности генома человека и способностью к метастазам. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, в 2020 г. в мире всего было зарегистрировано 19,3 миллиона новых случаев рака что выше более чем на 6.2 % чем в 2018 г. было зарегистрировано 18,1 млн новых случаев заболевания [1,

**Егоров Андрей Николаевич**  
 Аспирант, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» (Якутск)  
 291219942014@mail.ru

**Гольдерова Айтилина Семеновна**  
 д.м.н., профессор ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» (Якутск)  
 hoto68@mail.ru

**Троев Иван Петрович**  
 Старший научный сотрудник, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» (Якутск)  
 ysumed@yandex.ru

**Николаева Ирина Эдуардовна**  
 Научный сотрудник, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» (Якутск)  
 ysucell@gmail.com

**Готовцев Радомир Андреевич**  
 Лаборант, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» (Якутск)  
 radomirgotovtsev@gmail.com

**Аннотация.** Несмотря на множество синтетических веществ, используемых в современной фармакологии, вопрос поиска новых веществ, которые обладали бы безопасностью, эффективностью стоит также остро, как и раньше. Перспективными и малоизученными являются растения, произрастающие в резко континентальном климате. В данное время *Phlojodicarpus sibiricus* является перспективным, но слабоизученным лекарственным растением, произрастая в условиях криолитозоны может быть источником биологически активных соединений с онкопротекторной и противоопухолевой активностью.

Целью данного исследования была оценка цитотоксического действия лиофилизата *Phlojodicarpus sibiricus* на пролиферативную активность культивируемых раковых клеток на HepG2 и HeLa.

**Ключевые слова:** *Phlojodicarpus sibiricus*, лиофилизат, HepG2, HeLa, цитотоксичность, МТТ-тест.

2]. По данным министерства здравоохранения в России всего ЗНО болели 2562,3 людей на 100 тыс. населения 2018 году, и более чем на 5.8 % больше в 2021 году 2712,9 на 100 тыс. населения. Что свидетельствует о том, что рак имеет тенденцию к росту [3].

Исследование фармакодинамики и фармакокинетики, согласно общепринятым стандартам, проводятся *in vivo* на животных моделях. Зачастую результаты доклинических испытаний не всегда релевантны для клинических испытаний. В связи с этим, в последнее время практикуется альтернативный метод испытаний — на клеточных

моделях. Цитотоксическое действие лекарственных растений на раковые линии клеток является одним из активных областей исследования. Как известно растения играют важную роль в медицине, из них можно выделить уникальные соединения, способные взаимодействовать с раковыми клетками и ингибировать их рост. Суть метода заключается в выделении определенных линий клеток человека, культивировании их в специальных условиях и испытаний лекарственного вещества, результаты которых репрезентативны для моделирования фармакологических свойств в организме человека [4]. При этом используются особые сенсоры, определяющие параметры физиологического и функционального состояния клеток, или стандартные цитологические методы. В ряде исследований методы скрининга на клеточных моделях демонстрируют преимущества по сравнению с испытаниями на животных по ряду факторов [5, 6, 7]: высокая скорость получения результатов, относительно низкая себестоимость, данные надежно экстраполируются на физиологию органов и тканей человека. Модели могут быть усложнены и комбинированы несколькими линиями клеток в одно устройство, именуемое как «орган-на-чипе», объединяющее разные ткани в единую сеть имитационного взаимодействия [8]. Испытание на клетках все чаще используется для предварительных исследований, определяющих дозировку, токсикологические явления и влияние на внутриклеточные процессы. Таким образом, обоснованно подбирается дозировка препарата до этапов испытаний на животных [9].

Моделирование онкологических заболеваний на клетках находится на этапе становления, когда актуальны разработка и апробация новых протоколов и их стандартизация. Эти модели, главным образом, предоставляют возможность своевременно предсказать реакции органов и тканей человека *ex vivo*.

Применение иммортализованных клеток в испытаниях лекарственных растений вполне обосновано. Из листьев *Casearia kurzii* были получены биологические активные вещества дитерпеноиды, цитотоксичность проверяли на человеческих раковых линиях A549 (рак легкого), HeLa (рак шейки матки), HepG2 (гепатоцеллюлярная карцинома). Большинство дитерпеноидов проявили сильную цитотоксичность в отношении трех выбранных линий раковых клеток [10]. Из экстракта сердцевины *Pterocarpus santalinus* были выделены три новых сесквитерпена канусенол К (1), канусенол L (2) и 12,15-дигидроксикуркумен (3), а также пять известных (4–8). Оценивали цитотоксическую активность всех этих соединений в отношении линий раковых клеток HepG2 (рак печени человека), MCF-7 (рак молочной железы человека), MDA-MB-231 (рак молочной железы человека) и HeLa (карцинома шейки матки человека). Соединение 1 проявляло умеренную цитотоксическую активность по отношению к клеточным линиям MDA-MB-231 [11].

В настоящее время *in vitro* исследования являются одним из методов изучения и оценки эффективности различных субстанций, в том числе различных растительных экстрактов в медицине и фармакологии. В сравнении с традиционными испытаниями на людях, исследования *in vitro* позволяют более прямо и детально исследовать воздействие экстрактов на клеточный уровень. Такие исследования могут помочь в определении потенциального механизма действия экстракта и его целевых молекул.

В настоящем исследовании мы оценили цитотоксичность лиофилизата вздутоплодника сибирского (лат. *Phlojodicarpus sibiricus*) на иммортализованные раковые линии клеток HepG2 и HeLa. Само понимание механизмов цитотоксичности лекарственных растений на раковые клетки может способствовать развитию поиска новых противоопухолевых лекарств, что делает данную тему актуальной.

На территории РС(Я) произрастает большое количество лекарственных растений, в том числе, эндемиков, чьи уникальные свойства представляют интерес для науки и фармацевтики. Резко континентальный климат района с большим перепадом температур в течении года (разница между самым теплым и самым холодным месяцем составляет 70–75°C) оказывает свое влияние на биохимический состав, произрастающего на территории республики растительного сырья местных популяций, способствуя более продуктивному накоплению биологических активных веществ, нежели в популяциях таких же видов из других регионов РФ. Данный факт подтверждается сравнением составов эфирного масла из корней *Phlojodicarpus sibiricus*: в масле из сырья, собранного в Баргузинском районе содержится ионол (10,99 %), диметиловый эфир тимогидрохинона (10,45 %), δ-кадинен (7,53 %); в 2008 г. — γ-терпинен (37,86 %), терпинолен (30,1 %), *n*-цимол (9,35 %), а в эфирном масле из сырья, собранного на территории Монголии и Дальнего Востока, содержится мирцен, -пинен, лимонен, *n*-цимол, (Z)-β-оцимен; исследователями подчеркивается, что хотя основной набор составляющих эфирных масел из разных районов РФ весьма схож, но все же имеет значительные отличия по количественному содержанию компонентов в зависимости от места произрастания популяции [12, 13]. Авторы продемонстрировали, что кумарины *P. sibiricus* из Прибайкалья представлены фурано-пиранокумаринами, а пеоциенидин и либанорин доминируют в подземных частях *Ph. turczaninovi* Бурятии и Монголии, что свидетельствует о том, что схожие виды одного растения могут отличаться составом биологических активных веществ, в зависимости от района произрастания [13]. Основываясь на этих результатах, можно утверждать о перспективе изучения растений, собранных на территории РС(Я) с целью более глубокого изучения биохимического состава и дальнейшей разработке

на основе них лекарственных препаратов, в том числе онкопротекторов.

В данное время вздутоплодник сибирский является перспективным, но слабоизученным лекарственным растением, произрастая в условиях криолитозоны может быть источником биологически активных соединений с онкопротекторной и противоопухолевой активностью.

В экстракте листьев вздутоплодника содержится фитостерины (фитостеролы; также растительные стерин / стеролы), рассматриваемые в работе как исследуемое активное вещество, относятся к группе стероидных спиртов, естественным образом присутствующих в растениях. Они выглядят как нетвёрдый белый порошок с характерным запахом, нерастворимые в воде и растворимые в спирте. Фитостерины широко используются в медицине, косметике, в качестве пищевых добавок. Известно, что фитостерины обладают высокой иммуномодулирующей, гипохолестеринемической и онкопротекторной активностью и широко применяются в медицине. Наличие в экстракте листьев содержания кофеилхиновых кислот может обуславливать гипохолестеринемическое, гипогликемическое, гепатопротекторное, противоопухолевое действие на организм человека [14].

Установлено, что экстракт травы *P. sibiricus* оказывает цитотоксический эффект на диффузную крупноклеточную В-клеточную лимфому, вызывая снижение экспрессии антиапоптотических членов семейства Bcl-2, Bcl-xL и Mcl-1 индуцируя коллапс потенциала митохондриальной мембраны, что вызывает апоптоз [15].

Цель этого исследования заключалась в оценке токсического влияния лиофилизата *P. sibiricus* на пролиферацию культивируемых раковых клеток (HepG2 и HeLa). Измерение эффективности противоопухолевого действия была основана на МТТ-анализе, используемого в качестве индикатора митохондриальной функции в живых клетках.

### Материалы и методы

Для исследования были использованы коммерческие клеточные линии иммортализованные HepG2 (ДИАМ, Россия) и HeLa (БИОЛОТ, Россия), обладающие высокой ростовой активностью, стабильностью, обе клеточные линии хорошо репрезентируют физиологию и особенности данных форм рака.

Лиофилизат вздутоплодника сибирского (лат. *Phlojodicarpus sibiricus*), который был предоставлен Институтом биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного научного учреждения

Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».

Для экстрагирования использовали надземную часть (стебли, листья, цветки) *P. sibiricus*, которую собирали в период цветения. Высушивали в комнатных условиях без доступа света до воздушно-сухого состояния. Биологически активные вещества извлекали путем последовательного экстрагирования водно-этанольными 70 % (трёхкратно) и 96 % (двукратно) растворами. Экстракты объединяли, упаривали на роторном испарителе до водной фракции, которую высушивали на лиофильной установке. Полученный сухой экстракт хранили в вакуумной упаковке в комнатных условиях без доступа света.

Перед проведением экспериментального исследования, представленный лиофилизат проверили на стерильность по стандарту TP TC 021/2011. Протокол №1 от 25.03.2022 г., который показал отрицательный результат на патогенные микробы таких как *E. Coli*, *S. Aureus*, бактерий группы кишечных палочек (колиформы) в том числе дрожжей, плесени, а также на количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

Клеточные линии культивировали в стерильных чашках Петри с диаметром 100 мм (CORNING, США) в стандартной полной питательной среде DMEM/F12 1:1 («ПанЭко», Россия) содержащей 10 % FBS (Диа-М, Россия), 1 % антибиотика-антимикотика (Gibco, США) и 1 % натрия пирувата (ПанЭко, Россия). Питательную среду меняли на 4 сутки.

Измерение противоопухолевой активности было основано на использовании стандартного МТТ-теста (Диа-М, Россия), позволяющий оценить метаболическую активность клеток. НАДФ-Н-зависимые клеточные оксидоредуктазные ферменты могут, при определенных условиях, отражать количество жизнеспособных клеток. Клетки с низким уровнем метаболизма восстанавливают очень мало МТТ, быстро делящиеся клетки показывают высокую степень восстановления МТТ.

Монослой клеток HepG2 и HeLa для теста открепляли путем трипсинизации с последующей инактивацией, ресуспендировали в свежей питательной среде и высевали в объеме 0,2 мл в лунки 96-луночного луночного планшета. Высевали 2000–3000 клеток в каждую лунку, подсчет проводился с помощью камеры Горяева и культивировали в течение 24 часов в 37°C и содержанием 5 % CO<sub>2</sub> для адгезии клеток.

В исследовании были рассмотрены три группы сравнения: 1 группа — контроль, т.е. культивируемые раковые клетки без добавления лиофилизата *P. sibiricus*.

По истечении указанного 24 часов инкубирования во 2-ю и 3-ю группы сравнения были добавлены по 22 мкл приготовленного лиофилизата со следующими концентрациями: во 2-ю группу — 0,02 г/мл (1:5) и в 3 группу — 0,01 г/мл (1:10). Концентрацию лиофилизата рассчитывали из учета исходной концентрации лиофилизата  $C=0,1$  г/мл (1:1). Для расчёта концентраций учитывали рекомендуемые концентрации применения вздутоплодника *P. sibiricus* в народной медицине.

После добавления лиофилизата в лунки инкубировали 72 часа в  $CO_2$  инкубаторе при температуре  $37^\circ C$ . За 10 минут до окончания инкубирования был приготовлен МТТ-реагент, т.е. в отдельной ванночке 8-канального дозатора приготовили раствор из 9 мл культуральной среды + 1 мл МТТ-реагента (5 мг/мл в растворе Хэнкса). После приготовления реагента питательную среду убирала аспиратором стараясь не задевать клетки. Приготовленный раствор вносили по 0,1 мл в каждую лунку с последующим инкубированием в  $CO_2$  инкубаторе на 4 часа при температуре  $37^\circ C$ . Затем убирала надосадочную жидкость с реагентом и добавляли 0,1 мл диметилсульфоксида (ДМСО), инкубировали при  $37^\circ C$  на 10 мин. Полученное окрашивание детектировали планшетным ридером (Bio-Rad iMark, США) при оптической плотности 650 нм.

Анализ статистических данных проводился с применением программы IBM SPSS Statistics. Для проверки гипотезы нормального распределения использовали тест Колмогорова-Смирнова. Так как в группах сравнения проверяемое распределение не являлось нормальным, для независимых выборок значимость различий была оценена U-критерием Манна—Уитни, непрерывные величины представлены в виде медианы (Me) и 25 и 75 процентилей. Статистически значимыми считались результаты при достижении уровня  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждения

На первом этапе экспериментального исследования оценивалась степень цитотоксичности лиофилизата *P. sibiricus* на клеточные линии HepG2 при помощи МТТ-анализа. Оптическая плотность во всех трех группах (контроль, 1:5 и 1:10) оценивалась на 9 лунках планшета, т.е. в сумме были рассмотрены 27 лунок.

Сравнительный анализ значений оптических плотностей указывает на значимо низкие значения второй (0,008 (0,005; 0,013) нм) и третьей группы (0,007 (0,005; 0,010) нм) по сравнению с контрольной группой (0,019 (0,013; 0,024) нм);  $p=0,013$  и  $p=0,001$ , соответственно (рис. 1). Полученные результаты сравнительного анализа указывают, что рассмотренные нами концентрации *P. sibiricus* существенно снижают метаболическую активность (2 группа — в 2,37 раз и 3 группа — в 2,71 раз) пролиферирующих раковых клеток HepG2:

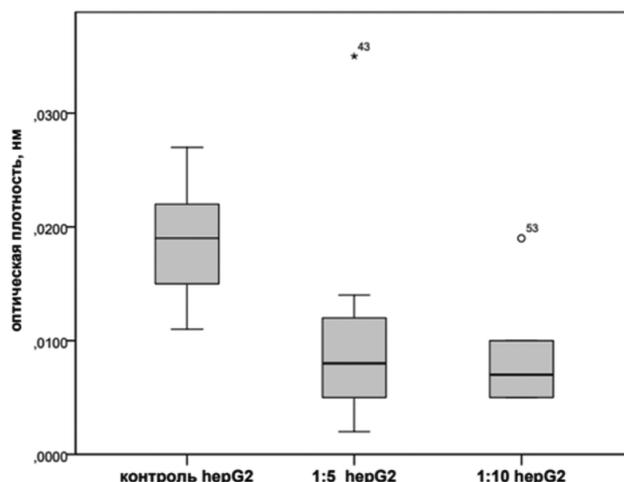


Рис. 1. Колориметрические данные МТТ-теста в результате испытаний различных концентраций вещества на клеточных культурах HepG2

На втором этапе эксперимента аналогично предыдущему этапу оценивали цитотоксичность на другой клеточной линии раковых клеток — HeLa. Сравнительный анализ значений оптических плотностей указывает также на выраженное подавление пролиферации раковых клеток по сравнению с контрольной группой (0,304 (0,245; 0,311) (рис. 2). Во второй группе (0,045 (0,041; 0,054) значение оптической плотности оказалось в 6,75 раз ниже, а в третьей группе (0,027 (0,017; 0,039) — в 11,25 раз, чем контрольной группы, ( $p=0,000$  и  $p=0,000$ , соответственно).

Выраженное различие в степени подавления двух различных раковых линий, скорее всего, связано с тем, что клеточная линия HeLa характеризуется высокой пролиферативной активностью, чем клетки HepG2. В статье 2022 года подтверждают, что скорость пролиферации в контрольной группе клеток HeLa была выше, чем у клеток HepG2 [16].

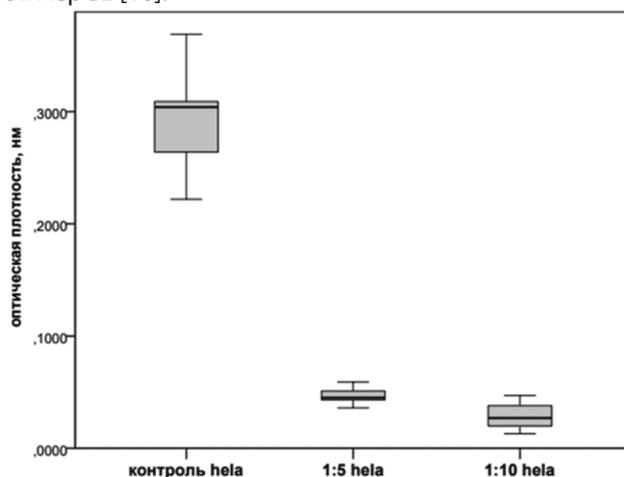


Рис. 2. Колориметрические данные МТТ-теста в результате испытаний различных концентраций вещества на клеточных культурах HeLa

## Заклучение

Полученные нами результаты экспериментального исследования оценки цитотоксичности сухого экстракта из надземной биомассы вздутоплодника сибирского *P. sibiricus* в исследованных концентрациях с помощью МТТ-теста указывает на существенное подавление метаболической активности раковых клеточных линий HeLa и HepG2, в наибольшей степени выраженное на клетках HeLa. Необходимо дальнейшее углубленное изучение механизмов противоракового влияния данного растения, что будет способствовать разработке новых методов лечения рака.

**Вклад авторов.** А.С. Гольдерова — концепция и руководство работой; А.Н. Егоров, Р.А. Готовцев — проведение экспериментов; И.П. Троев, И.Э. Николаева — обсуждение результатов исследования; А.Н. Егоров — написание текста; А.С. Гольдерова — редактирование текста статьи.

**Финансирование.** Работа выполняется в рамках федерального проекта «Развитие человеческого капитала

в интересах регионов, отраслей и сектора исследований и разработок» национального проекта «Наука и университеты», шифр тематики FSRG-2022-0009 «Разработка и испытание новых биомедицинских клеточных продуктов, композиционных медицинских изделий»

**Благодарности.** Авторы выражают признательность ИБПК СО РАН ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр сибирского отделения РАН» за предоставление лиофилизата *Phlojodicarpus sibiricus*, так же авторы выражают особую благодарность ГАУ Республики Саха (Якутия) Технопарк «Якутия» за предоставленное оборудование (планшетный ридер (Bio-Rad iMark, США)).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Соблюдение этических норм.** Настоящая статья не содержит описания каких-либо исследований с участием людей или животных в качестве объектов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries / Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. // CA Cancer J Clin. — 2021. — № 71. — С. 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries / Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. // CA Cancer J Clin. — 2018. — № 68(6). — С. 394–424. doi: 10.3322/caac.21492 PMID: 30207593.
- Каприна, А.Д., Старинский, В.В., Шахзадова, А.О. Состояние онкологической помощи населению России в 2021 году [Текст] / А.Д. Каприна, В.В. Старинский, А.О. Шахзадова. — Москва: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2022 — 239 с. ISBN 978-5-85502-275-9.
- Huggins, D.J., Venkitaraman, A.R. Spring, D.R. Rational methods for the selection of diverse screening compounds. / Huggins, D.J., Venkitaraman, A.R. Spring, D.R. // ACS Chem. Biol. — 2011. — № 6. — С. 208–217.
- Байзигитов, Д.Р., Медведев, С.П., Деметьева, Е.В., Покушалов, Е.А., Закиян, С.М. Моделирование наследственных кардиомиопатий человека на основе дифференцированных производных индуцированных плюрипотентных стволовых клеток. / Д.Р. Байзигитов, С.П. Медведев, Е.В. Деметьева, Е.А. Покушалов, С.М. Закиян // Патология кровообращения и кардиохирургия. — 2015. — № Т. 19 № 4-2. — С. 95–103.
- Афоничева, П.К., Буляница, А.Л., Евстапов, А.А. «ОРГАН-НА-ЧИПЕ» — материалы и методы изготовления (обзор). / П. К. Афоничева, А.Л. Буляница, А.А. Евстапов // Научное приборостроение. — 2019. — Т. 29 № 4. — С. 3–18.
- Халимова, А.А., Коваленко, А.В., Парамонов, Г.В. «Органы-на-Чипе»: Оценка перспектив использования в фармацевтической отрасли. / А.А. Халимова, А.В. Коваленко, Г.В. Парамонов // Медикофармацевтический журнал «Пульс». — 2022. — № Т.24, № 5. — С. 81–87.
- Буляница, А.Л., Черняков, И.С., Евстапов, А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ВЕНОЗНОГО ТРОМБА НА МИКРОСИСТЕМАХ «ОРГАН-НА-ЧИПЕ». / А.Л. Буляница, И.С. Черняков, А.А. Евстапов // Научное приборостроение. — 2020. — Т. 30, № 3. — С. 29–37.
- Silvani S, Figliuzzi M, Remuzzi A. Toxicological evaluation of airborne particulate matter. Are cell culture technologies ready to replace animal testing? / Silvani S, Figliuzzi M, Remuzzi A. // J Appl Toxicoloe. — 2019. — № 39 (11). — С. 1484–1491. doi: 10.1002/jat.3804. PMID: 31025406.
- Jun Ma, Xueyuan Yang, Qi Zhang, Xuke Zhang, Chunfeng Xie, Muhetaer Tuerhong, Jie Zhang, Da-Qing Jin, Dongho Lee, Jing Xu, Yasushi Ohizumi, Yuanqiang Guo Cytotoxic clerodane diterpenoids from the leaves of *Casearia kurzii*. / Jun Ma, Xueyuan Yang, Qi Zhang, Xuke Zhang, Chunfeng Xie, Muhetaer Tuerhong, Jie Zhang, Da-Qing Jin, Dongho Lee, Jing Xu, Yasushi Ohizumi, Yuanqiang Guo // Bioorganic Chemistry. — 2019. — № 85. — С. 558–567. ISSN 0045-2068, DOI: 10.1016/j.bioorg.2019.01.048.
- Li Li, Run-Hong Tao, Ji-Ming Wu, Ya-Ping Guo, Chao Huang, Hong-Gang Liang Three new sesquiterpenes from *Pterocarpus santalinus*. / Li Li, Run-Hong Tao, Ji-Ming Wu, Ya-Ping Guo, Chao Huang, Hong-Gang Liang // Journal of Asian Natural Products Research. — 2018. — № 20. — С. 306–312. DOI: 10.1080/10286020.2017.1335714.
- Тараскин, В.В., Раднаева, Л.Д., Аненхонов, О.А., Жигжитжапова, С.В., Гуляев, С.М., Соктоева, Т.Э. Состав эфирного масла *Phlojodicarpus sibiricus* (Apiaceae). / Тараскин, В.В., Раднаева, Л.Д., Аненхонов, О.А., Жигжитжапова, С.В., Гуляев, С.М., Соктоева, Т.Э. // Acta Biomedica Scientifica. — 2011. — № 1–2. — С. 177–180.

13. Тараскин, В.В. Фармакогностическое исследование *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) Koso-Pol. и *Phlojodicarpus turczaninoivii* Sipl. : специальность 14.04.02 «Фармацевтическая химия, фармакогнозия» : Автореферат на соискание кандидата фармацевтических наук / Тараскин, В.В.; Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения РАН . — Улан-Удэ, 2011. — 148 с.
14. Giamperi L., Bucchini A., Cara P., Fraternali D., Ricci D., Genovese S., Curini M., Epifano F. Composition and antioxidant activity of *Nepeta foliosa* essential oil from Sardinia (Italy) [Текст] / Giamperi L., Bucchini A., Cara P., Fraternali D., Ricci D., Genovese S., Curini M., Epifano F. // *Chemistry of Natural Compounds*. — 2009. — № 45. — С. 554–556.
15. Kim Jisu, Kim Dong, Nam Jehyun, Jeon Byeol, Okhlopkova Zhanna, Zulfugarov Ismayil, Kim Sang-Woo. Anti-lymphoma Activities of *Phlojodicarpus sibiricus* and *Artemisia kruhsiana* Besser Extracts. / Kim Jisu, Kim Dong, Nam Jehyun, Jeon Byeol, Okhlopkova Zhanna, Zulfugarov Ismayil, Kim Sang-Woo. // *Journal of Life Science*. — 2020. — № 30 (4). — С. 379–385.
16. Sun M, Zhou D, Wu J, Zhou J, Xu J. Sdy-1 Executes Antitumor Activity in HepG2 and HeLa Cancer Cells by Inhibiting the Wnt/ $\beta$ -Catenin Signaling Pathway. / Sun M, Zhou D, Wu J, Zhou J, Xu J. // *Marine Drugs*. — 2022. — № 20 (2). — С. 125. <https://doi.org/10.3390/md20020125>

---

© Егоров Андрей Николаевич (291219942014@mail.ru); Гольдерова Айтилина Семеновна (hoto68@mail.ru);

Троев Иван Петрович (ysumed@yandex.ru); Николаева Ирина Эдуардовна (ysucell@gmail.com);

Готовцев Радомир Андреевич (radomirgotovtsev@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ РАСТЕНИЯ ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОГО ЯРУСА СОСНЯКОВ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «КОНЕВСКИЙ БОР» (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**Кулясова Оксана Алексеевна**

к.б.н., доцент, Государственный аграрный университет  
Северного Зауралья (г. Тюмень)  
oksana-2505kul@mail.ru

## ECONOMICALLY VALUABLE PLANTS OF THE GRASS-SHRUB LAYER OF PINE FORESTS OF THE «KONEVSKY BOR» NATURAL MONUMENT (TYUMEN REGION)

**O. Kulyasova**

*Summary.* The article presents the results of studying the species composition and abundance of useful species of the grass-shrub layer of pine forests of the «Konevsky Bor» natural monument. 55 plant species from 45 genera and 24 families are of economic value. The largest group of medicinal plants includes 38 species, of which 5 species are included in the State Pharmacopoeia. 35 species are characterized by high decorative qualities, 3 of them are listed in the Red Book of the Tyumen Region. The forage species include 18 species of the herbaceous-shrub layer, and 15 species have honey-bearing qualities. 12 species of plants are edible, among them berry plants have particularly valuable nutritional qualities and high abundance. The group of industrial plants includes tanning (8 species), dyeing (7 species) and essential oil plants (4 species). Due to the low abundance in the layer, the most promising direction for their use is the selection of valuable species for subsequent introduction into culture.

*Keywords:* economically valuable plants, grass-shrub layer, natural monument, pine forests, northern forest-steppe.

*Аннотация.* В статье приведены результаты изучения видового состава и обилия полезных видов травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов памятника природы «Коневский бор». Хозяйственную ценность представляют 55 видов растений 45 родов 24 семейств. Наиболее крупной является группа лекарственных растений, включает 38 видов, из них 5 видов входят в Государственную фармакопею. Высокими декоративными качествами характеризуются 35 видов, 3 из них занесены в Красную книгу Тюменской области. К кормовым относятся 18 видов травяно-кустарничкового яруса, медоносными качествами обладают 15 видов. Съедобными являются 12 видов растений, среди них особо ценными пищевыми качествами и высоким обилием отличаются ягодники. В группу технических растений входят дубильные (8 видов), красильные (7 видов) и эфиромасличные (4 вида). В связи с невысоким обилием в ярусе наиболее перспективное направление их использования — отбор ценных видов для последующего введения в культуру.

*Ключевые слова:* хозяйственно-ценные растения, травяно-кустарничковый ярус, памятник природы, сосняки, северная лесостепь.

### Введение

Флора лесных сообществ Тюменской области богата полезными видами трав и кустарничков, которые обладают многообразной ресурсной ценностью и потенциально могут быть использованы в различных отраслях хозяйства.

Отдельный научный интерес представляет изучение флоры особо охраняемых природных территорий, где сохранились редкие и реликтовые виды растений. К таким территориям относится памятник природы регионального значения «Коневский бор», находящийся в подзоне северной лесостепи Тюменской области, в пределах Абатского муниципального района. В центральной и восточной части «Коневского бора» преобладают насаждения сосны обыкновенной естественного происхождения, средний возраст которых составляет 50–70 лет, а отдельные деревья имеют возраст 150 лет

и более [5]. В пределах памятника природы «Коневский бор» разрешены туристическая и экскурсионная деятельность, санитарные рубки и рубки ухода, выпас и прогон скота, сенокошение, сбор лекарственных и декоративных растений, в том числе для составления гербариев, сбор населением ягод и грибов [6].

Имеется довольно большое количество работ, посвященных изучению ценных для человека видов дикорастущих растений северной лесостепи Тюменской области [2,3,7–10,13,14,17]. Однако, в лесах памятника природы «Коневский бор» хозяйственная значимость видов живого напочвенного покрова изучена слабо [15]. В этой связи научный интерес представляет выявление полезных видов растений травяно-кустарничкового яруса естественных сосновых фитоценозов «Коневского бора», оценка их обилия в сообществе и определение перспективы их хозяйственного использования.

*Цель исследований:* изучить видовой состав и обилие хозяйственно-ценных видов травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов памятника природы «Коневский бор».

### Материалы и методы

Исследования растительности травяно-кустарничкового яруса проводились в естественных лесных сообществах с древостоем из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), расположенных в центральной части «Коневского бора». Состав древостоя 10С+Б. Средняя высота деревьев основной породы 19–22 м. Средняя сомкнутость крон 70 %. Общее покрытие почвы мхами от 30 до 80 %. Среди мхов преобладают *Pleurozium Schreberi*, *Dicranum undulatum*, *Ptilium crista castrensis*. Общее проективное покрытие почвы травами и кустарничками от 25 до 50 %.

Почвы района исследования дерново-подзолистые супесчаные. В геоморфологическом отношении территория «Коневского бора» относится к Западно-Сибирской низменности, представляет собой относительно плоскую, местами слабоволнистую поверхность, имеющую наклон на север [16].

Климат района исследования континентальный. Территория достаточно обеспечена теплом (средняя июльская температура 18°C, средняя январская –19,5°C) и слабо обеспечена осадками (в среднем 380 мм в год, большая часть которых выпадает в теплое время года) [4].

Пробные площади включали не менее 200 деревьев основной породы. Для учета растений травяного яруса на каждой пробной площади по параллельным трансектам были заложены не менее чем по 20 учетных площадок размером 1×1 м. Учеты растительности травяного яруса проводились по методике А.П. Шенникова [18]. Оценка обилия видов проведена по шкале Друде [11]. Определение хозяйственного значения видов осуществлялось согласно «Растительным ресурсам...» [12].

### Результаты и обсуждение

В травяно-кустарничковом ярусе обследованных сосновых фитоценозов хозяйственно-значимыми являются 55 видов растений, принадлежащих 45 родам 24 семейств. Наибольшим обилием в ярусе отличались виды семейств: злаки (*Poaceae*), сложноцветные (*Asteraceae*), розоцветные (*Rosaceae*), зонтичные (*Apiaceae*), бобовые (*Fabaceae*).

Все ценные для человека растения травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов «Коневского бора» были отнесены к одной из хозяйственных групп: пищевые, лекарственные, медоносные, декоративные,

эфиромасличные, дубильные, красильные, кормовые. Один вид может иметь несколько полезных свойств и находиться сразу в нескольких хозяйственных группах (табл. 1).

Наибольшее число полезных видов травяно-кустарничкового яруса отмечено в группе лекарственных растений. В составе группы 38 видов, из них 5 используются в официальной медицине и включены в Государственную фармакопею: хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), земляника обыкновенная (*Fragaria vesca* L.), лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.). Пригодные для заготовки лекарственного сырья запасы фитомассы формируют лишь брусника обыкновенная (с обилием *cop*<sub>1-2</sub> по Друде) и земляника лесная (с обилием *sp-cop*<sub>1</sub>), остальные лекарственные травы, входящие в состав Государственной фармакопеи, характеризуются невысоким обилием в напочвенном покрове и в настоящее время не пригодны для промышленной заготовки. Вместе с тем, они представляют собой перспективный ресурс для использования в фармакологии, в том числе путем введения этих видов в культуру.

Большая часть лекарственных растений «Коневского бора» используется в народной медицине и ветеринарии. Кошачья лапка двудомная (*Antennaria dioica* L.) применяется как ранозаживляющее, кровоостанавливающее и желчегонное средство. Зимолюбка зонтичная (*Chimaphila umbellata* W.P.C.Barton) используется при грыжах, колите и энтероколите, кровотечениях, при отёках сердечного и почечного происхождения. Вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris* L.) обладает кровоостанавливающим и вяжущим действием, используется в народной медицине для лечения долго незаживающих гноящихся ран, экземы, стоматита и молочницы. Майник двулистный (*Majanthemum bifolium* F.W. Schmidt) оказывает противовоспалительное и жаропонижающее действие, наружно применяется при абсцессах и ушибах. В траве вороньего глаза четырёхлистного (*Paris quadrifolia* L.) обнаружены флавоноиды, кумарины, витамин С; корневище содержит алкалоиды; растение используется как обезболивающее, спазмолитическое, противовоспалительное, успокаивающее средство. Василистник малый (*Thalictrum minus* L.) обладает слабительным, мочегонным и желчегонным эффектами, способствует снижению артериального давления. Папоротник щитовник картузианский (*Dryopteris carthusiana* H.P. Fuchs.) содержит «филицин», вещество, которое является эффективным средством от глистов. Ценный боровой вид ортилия однобокая (*Orthilia secunda* L.), известный также как «боровая матка», хотя и не входит в официальную фармакопею, но очень широко применяется в качестве БАД для лечения гинекологических и урологических заболеваний [1].

Таблица 1.

Обилие и хозяйственное назначение полезных видов растений  
 травяно-кустарничкового яруса сосняков «Коневского бора»

Наименование видов	Обилие вида*	Хозяйственные группы растений**							
		Пищевые	Медоносы	Лекарственные	Декоративные	Эфиромасличные	Дубильные	Красильные	Кормовые
<i>Achillea asiatica</i>	sol	+	+	+	+	+			+
<i>Adonis vernalis</i>	sol				++				
<i>Agrostis gigantea</i>	sp-sol				+				++
<i>Antennaria dioica</i>	sp-sol			+		+	+		
<i>Artemisia pontica</i>	sol	+		+	+	+			
<i>Athyrium filix — femina</i>	sp-sol	+			++	+			
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	sp-cop <sub>1</sub>				+				++
<i>Calamagrostis epigeios</i>	sp-cop <sub>1</sub>				+				++
<i>Chimaphila umbellate</i>	sp			+	++				
<i>Cypripedium macranthos</i>	un				++				
<i>Dryopteris carthusiana</i>	sp-sol			+	++				
<i>Equisetum arvense</i>	sol			++				+	
<i>Equisetum sylvaticum</i>	sp-sol			+				+	
<i>Equisetum hyemale</i>	sp-sol			+					
<i>Filipendula vulgaris</i>	sol		++	+					+
<i>Fragaria vesca</i>	sp-cop <sub>1</sub>	++	+	++					+
<i>Galium boreale</i>	sp-sol			+				+	+
<i>Geranium sibiricum</i>	sol			+			+		
<i>Goodyera repens</i>	sol				+				
<i>Glechoma hederacea</i>	sol		+	+			+		
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	sp-sol				++				
<i>Lathyrus pisiiformis</i>	sol		+						+
<i>Lathyrus sylvestris</i>	sol		+	+					++
<i>Lathyrus vernus</i>	sol		++	+	+				++
<i>Lilium martagon</i>	sol	+	+	+	++				
<i>Lycopodium annotinum</i>	sp-sol			+	+			+	
<i>Lycopodium clavatum</i>	sp-sol			+	+				
<i>Lycopodium complanatum</i>	sp-sol			+	+			+	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	sol		+	+	+			+	
<i>Majanthemum bifolium</i>	sp	+		+	+				
<i>Moneses uniflora</i>	sp-sol				++				
<i>Orthilia secunda</i>	sp			+			+		
<i>Paris quadrifolia</i>	sol			+	+				
<i>Phlomis tuberosa</i>	sol			+					+

Наименование видов	Обилие вида*	Хозяйственные группы растений**							
		Пищевые	Медоносы	Лекарственные	Декоративные	Эфиромасличные	Дубильные	Красильные	Кормовые
<i>Pimpinella saxifrage</i>	sol	+	+	+					+
<i>Platanthera bifolia</i>	sol		+	+	++				
<i>Poa angustifolia</i>	sp				+				++
<i>Polygonatum officinale</i>	sp			+	+				
<i>Potentilla erecta</i>	sol			++			+		+
<i>Pteridium aquilinum</i>	sp	+			++				
<i>Pulmonaria obscura</i>	sp-sol	+	+	+	+		+		
<i>Pulsatilla flavescens</i>	sol				++				
<i>Pyrola rotundifolia</i>	sp			+	++				
<i>Pyrola chlorantha</i>	sp			+	+				
<i>Rubus saxatilis</i>	cop <sub>1-2</sub>	++		+	+				
<i>Silene nutans</i>	sol	+	+	+					+
<i>Solidago virgaurea</i>	sol		++	+	+			+	
<i>Thalictrum minus</i>	sol			+			+		
<i>Trifolium lupnaster</i>	sol			+					++
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	cop <sub>1-2</sub>	++		++			+		
<i>Veronica spicata</i>	sol				+				+
<i>Vicia sepium</i>	sol		+						+
<i>Viola arvensis</i>	sol			++	+				
<i>Viola canina</i>	sol				+				
<i>Viola mirabilis</i>	sol				++				
Всего видов:		12	15	38	35	4	8	7	18

Примечание: \*Обилие видов по шкале Друде: cop<sub>3</sub> — вид встречается очень обильно; cop<sub>2</sub> — вид встречается обильно; cop<sub>1</sub> — вид встречается довольно обильно; sp — вид встречается рассеянно; sol — вид встречается редко; un — единичные растения.

\*\*Хозяйственное назначение растений: + — вид принадлежит к хозяйственной группе; ++ — вид отличается повышенной хозяйственной ценностью.

На втором месте по числу входящих в нее видов находится группа декоративных растений. В травяно-кустарничковом ярусе сосновых лесов «Коневского бора» декоративными являются 35 видов растений. Наиболее ценными декоративными свойствами отличаются виды: зимолубка зонтичная, лилия-саранка (*Lilium martagon* L.), купена лекарственная (*Polygonatum officinale* All.), одноцветка крупноцветковая (*Moneses uniflora* L.), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), грушанка зеленоцветковая (*Pyrola chlorantha* Sw.), фиалка удивительная (*Viola mirabilis* L.). В ландшафтном дизайне и флористике могут использоваться папоротники: щитовник картузианский, кочедыжник женский (*Athyrium filix-femina* L.), орляк обыкновенный (*Pteridium*

*aquilinum* L.), голокучник обыкновенный (*Gymnocarpium dryopteris* L.). Для создания газонов возможно применять декоративные травы семейства злаков: полевицу гигантскую (*Agrostis gigantea* L.), вейники тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea* L.) и наземный (*Calamagrostis epigeios* L.).

Особую группу декоративных растений травяно-кустарничкового яруса «Коневского бора» составляют редкие и охраняемые виды. Это орхидеи: любка двулистная (*Platanthera bifolia* L.), гудайера ползучая (*Goodyera repens* L.) и башмачок крупноцветковый (*Cypripedium macranthos* Sw.) — вид, занесенный в Красную книгу Тюменской области. «Краснокнижными» являются так-

же виды прострел желтеющий, или сон-трава (*Pulsatilla flavescens* Juz.) и адонис весенний (*Adonis vernalis* L.). Эти виды трав еще в 70–80-х годах 20 века были достаточно широко распространены на территории Абатского района по хорошо освещенным и прогреваемым солнцем крутым междуречным склонам, но к настоящему времени численность этих высокодекоративных видов значительно снизилась. Поэтому сохранение их на территории памятника природы «Коневский бор» имеет огромное экологическое значение, важно для поддержания общего биологического разнообразия природных комплексов Тюменской области [6].

В напочвенном покрове сосняков «Коневского бора» отмечены также достаточно редкие для лесостепи Тюменской области виды семейства *Lycopodiaceae*: плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum* L.), плаун годичный (*Lycopodium annotinum* L.), плаун сплюснутый (*Lycopodium complanatum* L.), относящиеся к реликтовой растительности. Большая часть из названных видов нуждается на территории области в постоянном контроле численности и дополнительном изучении [5].

К кормовым относятся 18 видов травяно-кустарничкового яруса сосняков «Коневского бора». Из них наиболее ценными кормовыми качествами характеризуются злаки: мятлик узколистный, вейники тростниковидный и наземный, полевица гигантская, а также бобовые: клевер люпиновый (*Trifolium lupinaster* L.), чина лесная (*Lathyrus sylvestris* L.), чина весенняя (*Lathyrus vernus* L.). Часть видов трав: вероника колосистая (*Veronica spicata* L.), бедренец камнеломковый (*Pimpinella saxifrage* L.), зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa* L.) пригодны в качестве свежего корма при выпасе скота, но не рекомендуются для заготовки сена. Следует заметить, что на территории памятника природы «Коневский бор» разрешается выпас скота и сенокосение, однако в настоящее время данные хозяйственные мероприятия не осуществляются и кормовые травы представляют резерватный ресурс для потенциального будущего использования.

Медоносными являются 15 видов травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов «Коневского бора». Среди них лучшими источниками пыльцы и нектара считаются таволга обыкновенная (*Filipendula vulgaris* L.), чина весенняя, золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.). Хорошими медоносными свойствами обладают также тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica* Serg.), чина гороховидная (*Lathyrus pisiformis* L.), чина лесная, горошек заборный (*Vicia sepium* L.), медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dum.), вербейник обыкновенный, смолевка поникшая (*Silene nutans* L.). Не смотря на относительно невысокое обилие отдельных медоносных видов в травяно-кустарничковом ярусе, в совокупности они представляют собой важный дополнительный ресурс для сбора взятка пчелиными семьями, принадлежащими пчеловодам близлежащих населенных пунктов.

В напочвенном покрове сосняков «Коневского бора» отмечены 12 видов пищевых растений. Среди них особо ценными пищевыми качествами отличаются ягодники: брусника обыкновенная, земляника лесная, костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.). Обилие этих растений достаточно высокое (до  $cop_2$  по Друде), что делает их очень привлекательными для жителей ближайших населенных пунктов. Плоды собираются местным населением и употребляются в пищу как в свежем виде, так и консервированном. У других потенциально съедобных видов в пищу также могут быть использованы отдельные части растений: молодые побеги у папоротников орляка обыкновенного и кочедыжника женского; стебли у смолевки поникшей и тысячелистника азиатского; цветки и стебли у медуницы неясной; луковицы у лилии-саранки. Цветки и листья полыни понтийской (*Artemisia pontica* L.) применяются для ароматизации спиртных напитков [12].

В группу технических растений травяно-кустарничкового яруса «Коневского бора» входят дубильные, красильные и эфиромасличные виды. К ним относятся 8, 7 и 4 вида соответственно. Дубильные виды характеризуются высоким содержанием танинов и могут быть использованы в различных отраслях легкой промышленности (кожевенная, текстильная и др.). Хорошими дубильными свойствами отличаются кошачья лапка двудомная, лапчатка прямостоячая, медуница неясная, брусника обыкновенная, василистник малый, ортилия однобокая.

Красящие вещества различного состава содержат виды: хвощ полевой, хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum* L.), золотарник обыкновенный, подмаренник северный, вербейник обыкновенный. Плаун годичный применяется в техническом производстве для получения синей краски, плаун сплюснутый — для получения зеленой и желтой красок; споры плаунов в течение длительного времени используются в металлургической промышленности [12].

Эфиромасличные виды содержат эфирные масла, которые являются ценным сырьем для производства парфюмерной и косметологической продукции. В травяно-кустарничковом ярусе сосняков «Коневского бора» эфиромасличными свойствами обладают виды: тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica* Serg.), кошачья лапка двудомная, кочедыжник женский, полынь понтийская (*Artemisia pontica* L.).

Необходимо отметить, что большая часть дубильных, красильных и эфиромасличных видов характеризуется довольно невысоким обилием в сообществе (от «редко» до «рассеянно» по шкале Друде), что затрудняет использование этих видов растений в промышленных масштабах. Наиболее перспективным направлением их хозяйственного использования представляется отбор ценных видов трав для последующего введения в культуру.

## Выводы

1. В травяно-кустарничковом ярусе сосняков «Конеvского бора» хозяйственно-ценными являются 55 видов растений 45 родов 24 семейств. Максимально представлены семейства *Poaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Apiaceae*, *Fabaceae*.
2. Наиболее крупной является группа лекарственных растений. Включает 38 видов, из них 5 видов (*Equisetum arvense* L., *Fragaria vesca* L., *Potentilla erecta* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Viola arvensis* Murr.) используются в официальной медицине и входят в Государственную фармакопею, остальные виды растений применяются в народной медицине и ветеринарии.
3. Второе место по числу видов занимает группа декоративных растений. Высокими декоративными качествами характеризуются 35 видов, часть из них является редкими и реликтовыми растениями, нуждающимися в охране. Три вида травянистых растений (*Cypripedium macranthos* Sw., *Pulsatilla flavescens* Juz., *Adonis vernalis* L.) занесены в Красную книгу Тюменской области.
4. Кормовыми являются 18 видов травяно-кустарничкового яруса, наиболее ценными кормовыми качествами характеризуются *Agrostis gigantea* L., *Calamagrostis arundinacea* L., *Calamagrostis epigeios* L., *Poa angustifolia* L., *Trifolium lupinaster* L., *Lathyrus sylvestris* L., *Lathyrus vernus* L.
5. Медоносными качествами обладают 15 видов, среди них лучшими источниками пыльцы и нектара являются *Filipendula vulgaris* L., *Lathyrus vernus* L., *Solidago virgaurea* L.
6. Съедобными являются 12 видов растений, среди них особо ценными пищевыми качествами и высоким обилием (до  $cop_2$  по Друде) отличаются ягодники: *Vaccinium vitis-idaea* L., *Rubus saxatilis* L., *Fragaria vesca* L.
7. В группу технических растений входят дубильные (8 видов), красильные (7 видов) и эфиромасличные (4 вида). В связи с невысоким обилием в ярусе (*sp-sol* по Друде) наиболее перспективное направление их использования — отбор ценных видов для последующего введения в культуру.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белодубровская, Г.А. Большой энциклопедический словарь лекарственных растений / Г.А. Белодубровская, Г.П. Яковлев, Е.В. Жохова, М.Ю. Гончаров. — М.: СпецЛит, 2015. — 759 с.
2. Губанов, М.В. Изучение популяций *Satureja hortensis* L. в северной лесостепи Тюменской области / М.В. Губанов, В.М. Губанова, В.Г. Губанов // Успехи современного естествознания. — 2020. — № 10. — С. 20–25.
3. Зуева, А.Е. Пищевые, кормовые и технические растения травяно-кустарничкового яруса сосновых насаждений на почвах разных типов в Северной лесостепи Тюменской области / А.Е. Зуева, О.А. Кулясова // Достижения молодежной науки для АПК: Сборник материалов LVI научно-практической конференции. — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2022. — С. 450–455.
4. Иваненко, А.С. Агроклиматические условия Тюменской области / А.С. Иваненко. — Тюмень: Издательство ТГСХА, 2008. — Кадастровое дело № 043. Памятник природы регионального значения «Конеvский бор». Тюмень: Департамент недропользования и экологии Тюменской области, 2015. — 33 с.
5. Кадастровое дело № 043 (второй ревизионный период). Памятник природы регионального значения «Конеvский бор» Абатский муниципальный район. Тюмень: Департамент недропользования и экологии Тюменской области, 2021. — 25 с.
6. Капитонова, О.А. Флора заказника регионального значения «Таволжанский» (Тюменская область) / О.А. Капитонова // Acta Biologica Sibirica. — 2019. — Т. 5, № 2. — С. 83–94.
7. Коровина, Е.Е. Декоративные и лекарственные виды травяного покрова березняков вейниково-ягодниковых в северной лесостепи Тюменской области / Е.Е. Коровина, О.А. Кулясова // Достижения молодежной науки для АПК: Сборник трудов LVII научно-практической конференции. — Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. — С. 20–23.
8. Кулясова, О.А. Динамика групп хозяйственно-ценных видов травяного яруса сосновых насаждений при смыкании крон древостоя / О.А. Кулясова // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России: сборник трудов национальной научно-практической конференции. — Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. — С. 24–30.
9. Кулясова, О.А. Хозяйственно-ценные растения травяного покрова березовых колков в северной лесостепи Тюменской области / О.А. Кулясова, А.В. Игловиков // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2022. — № 12-2. — С. 23–28. — DOI 10.37882/2223-2966.2022.12-2.17.
10. Методы изучения лесных сообществ / Под ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузова. — СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. — 240 с.
11. Растительные ресурсы СССР (Цветковые растения, их химический состав, использование) / под ред. А.А. Федорова. — Л.: Наука, 1984. — Сальникова, Л.И. Изучение флоры и растительности окрестностей с. Горьковка Тюменского района с выявлением редких видов растений / Л.И. Сальникова, Э.А. Баева // АгроЭкоИнфо. — 2017. — № 1(27). — С. 14.
12. Солодовников, А.Ю. О видовом разнообразии флоры и фауны заказника регионального значения «Клепиковский» в Ишимском районе Тюменской области / А.Ю. Солодовников // Ростовский научный вестник. — 2021. — № 3. — С. 120–124.
13. Солодовников, А.Ю. Особо охраняемые природные территории и их роль в сохранении растительного и животного мира муниципальных образований: на примере Абатского района Тюменской области / А.Ю. Солодовников // Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского научного конгресса. Москва: Издательство Инфинити, 2020. — С. 97–106.
14. Физико-географическое районирование Тюменской области / Под ред. Н.А. Гвоздецкого. — М.: Изд-во МГУ, 1973. — 247 с.
15. Харитонцев, Б.С. Дополнения к флоре юга Тюменской области / Б.С. Харитонцев // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. — 2017. — Т. 3, № 2. — С. 56–66. — DOI 10.21684/2411-7927-2017-3-2-56-66.
16. Шенников, А.П. Введение в геоботанику / А.П. Шенников. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. — 447 с.

© Кулясова Оксана Алексеевна (oksana-2505kul@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ФИТОГОРМОНОВ НА ПРОЯВЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА DASYPYRUM VILLOSUM И THINOPYRUM ELONGATUM В ГЕНОМНОМ ОКРУЖЕНИИ ПШЕНИЦЫ<sup>1</sup>

**THE INFLUENCE OF EXOGENOUS  
APPLICATION OF PHYTOHORMONES  
ON THE MANIFESTATION OF THE GENETIC  
MATERIAL OF DASYPYRUM VILLOSUM  
AND THINOPYRUM ELONGATUM  
IN THE GENOMIC ENVIRONMENT  
OF WHEAT**

**L. Nazarova  
E. Nikitina  
Ya. Min'kova  
O. Razumova  
P. Kharchenko**

*Summary.* Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) is an important crop worldwide characterized by a naturally occurring allohexaploid genome consisting of three subgenomes. Despite the great diversity of bread wheat, its gene pool is relatively limited due to historical bottlenecks in artificial selection. This leads to decreased resistance to environmental stressors and decreased productivity. Overcoming this problem involves incorporating resistance genes from wild relatives through distant hybridization. Donor species such as *Dasypyrum villosum* and *Thinopyrum elongatum* are particularly popular for transferring desired genes to bread wheat. These species have important genes for disease resistance, grain quality and drought tolerance. The aim of this study was to investigate the effect of exogenously applied phytohormones, such as gibberellic acid and 24-epibrassinolide, on the expression of genetic material of *Dasypyrum villosum* and *Thinopyrum elongatum* in the wheat genome.

*Keywords:* common wheat, phytohormones, wild relatives of wheat, *Dasypyrum villosum*, *Thinopyrum elongatum*, chromosome addition lines.

**Назарова Любовь Андреевна**

Младший научный сотрудник лаборатории прикладной геномики и частной селекции сельскохозяйственных растений, Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии (г. Москва)  
lrukhova@yandex.ru

**Никитина Екатерина Александровна**

Младший научный сотрудник лаборатории прикладной геномики и частной селекции сельскохозяйственных растений, Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии (г. Москва)  
shhket@gmail.com;

**Минькова Яна Вадимовна**

Младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии (г. Москва)

**Разумова Ольга Владимировна**

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории прикладной геномики и частной селекции сельскохозяйственных растений, Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии (г. Москва)  
razumovao@gmail.com

**Харченко Петр Николаевич**

Доктор биологических наук, профессор, Академик РАН, научный руководитель, Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Российская Федерация, г. Москва  
iab@iab.ru

*Аннотация.* Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) представляет собой значимую культуру во всем мире, характеризующуюся природным аллогексаплоидным геномом, состоящим из трех субгеномов. Несмотря на большое разнообразие мягкой пшеницы, ее генофонд относительно ограничен из-за узких мест, которые возникали в ходе искусственного отбора. Это приводит к снижению устойчивости к стрессовым факторам окружающей среды и снижению производительности. Преодоление этой проблемы предполагает включение генов устойчивости от диких родственников посредством отдаленной гибридизации. Виды-доноры, такие как *Dasypyrum villosum* (L.) Borbás и *Thinopyrum elongatum* (Host) D.R. Dewey, особенно популярны для передачи желаемых генов мягкой пшенице. Эти виды обладают важными генами, обеспечивающими устойчивость к болезням, качество зерна и устойчивость к засухе. Целью данного исследования было изучить влияние экзогенно применяемых фитогормонов, таких как гиббереллиновая кислота и 24-эпибрасинолид, на экспрессию генетического материала *Dasypyrum villosum* и *Thinopyrum elongatum* в геноме пшеницы.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке ГЗ № FGUM-2022-0004.

## Введение

**М**ягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) — одна из важнейших мировых сельскохозяйственных культур. Это природный аллогексаплоид, геном которого состоит из трех субгеномов, обозначаемых буквами А, В и D ( $2n = 6x = 42$ ; геном AABBDD) [1]. Несмотря на видимое обилие сортов, генофонд пшеницы сравнительно беден, что традиционно связывают с прохождением в процессе искусственного отбора через так называемое «бутылочное горлышко» [2]. Это приводит к тому, что, столкнувшись с новыми неблагоприятными факторами окружающей среды, старые сорта теряют устойчивость, и, как следствие, понижают урожайность. Одним из способов преодоления данной проблемы служит передача новых генов устойчивости от дикорастущих сородичей пшеницы с использованием отдаленной гибридизации [3–6]. В настоящее время это широко распространенная практика, подобным образом уже передан ряд генов хозяйственно-ценных признаков [7–11]. Подобный перенос генов в культурные сорта часто выполняется с использованием дополненных или транслоцированных линий образцов пшеницы, содержащих в своем кариотипе целые хромосомы или их часть от дикорастущих сородичей [12–14].

Одними из популярных видов, выступающих донорами хозяйственно-ценных генов для мягкой пшеницы, являются дазипирум мохнатый *Dasypyrum villosum* (L.) Borbás и пырей удлиненный *Thinopyrum elongatum* (Host) D.R.Dewey. Род *Dasypyrum* состоит всего из двух видов: однолетнего диплоидного *Dasypyrum villosum* ( $2n=2x=14$ ) и многолетних диплоидных и тетраплоидных *D. breviaristatum* ( $2n=2x=14$  и  $2n=4x=28$  соответственно) [15]. Геномы *D. villosum* и *D. breviaristatum* были обозначены как V и Vb соответственно [16]. Виды *Dasypyrum* несут агрономически важные гены устойчивости к множествам болезней, а также гены качества зерна и засухоустойчивости [17]. В отличие от диплоидного дазипирума, еще один часто используемый для улучшения пшеницы дикорастущий злак, пырей удлиненный (*Thinopyrum elongatum* синонимы — *Agropyron elongatum*, *Lophopyrum elongatum*), включает в себя комплекс полиплоидных рядов на основе E-генома: диплоидный ( $2n = 2x = 14$ , EE), тетраплоидный ( $2n = 4x = 28$ , EEEE) и декаплоидный ( $2n = 10x = 70$ , EEEEEStStStStSt). Тетраплоид *Th. elongatum* содержит гены, которые защищают от многих патогенов и неблагоприятных условий, включая полосатую ржавчину, мучнистую росу, головню, холод, засуху и высокую засоленность [18, 19]. На сегодняшний день большинство интрогрессий от *Th. elongatum* в пшеницу были по-

*Ключевые слова:* мягкая пшеница, фитогормоны, дикорастущие родственники пшеницы, *Dasypyrum villosum*, *Thinopyrum elongatum*, дополненные линии.

лучены с использованием диплоидных и декаплоидных растений [20–22]. Было также предпринято несколько попыток переноса наследственного материала тетраплоидного *Th. elongatum* в пшеницу [23–25].

Произошедшая в селекции в середине прошлого века «зеленая революция» во многом была обусловлена генами короткостебельности, механизм работы которых стал понятен сравнительно недавно [26]. Ключевое влияние на формирование признаков урожайности оказывают белки короткостебельности, гены которых являются гормонозависимыми и могут изменить свое проявление при воздействии фитогормонов. Одни из ключевых генов короткостебельности — серия генов *Rht*. Данные гены кодируют белки DELLA, играющие роль негативных регуляторов сигнальных путей гиббереллинов — одной из основных групп растительных гормонов. Мутации гена *Rht-1* пшеницы, приводящие к короткостебельному фенотипу, как правило связаны с повреждением формирования домена белка DELLA, в следствие чего белок в клетке остается стабильным и снижает рост растения, вызванный влиянием гиббереллинов [27].

Кроме гибберелина, на рост растения могут влиять другие фитогормоны, в частности брассиностероиды, одним из которых является 24-эпибрассинолид. Данные гормоны оказывают значимое влияние на устойчивость растения к абиотическим и биотическим стрессам [28–30]. Особую роль данные гормоны, судя по имеющимся данным, играют в обеспечении устойчивости к засухе [31]. Экзогенное применение этих соединений улучшило питательную ценность семян наряду с ростом и производством зерновых культур [32, 33].

*Целью нашей работы* было изучить влияние экзогенного внесения фитогормонов (гиббереллиновая кислота и 24-эпибрассинолид) на проявление генетического материала *D. villosum* и *Th. elongatum* в геномном окружении пшеницы на высоту растений.

## Материалы и методы исследования

## Растительный материал

Для исследования брались моносомно- и дисомно дополненные линии мягкой пшеницы с генетическим материалом *D. villosum* полученный от профессора Adam J. Lukaszewski из University of California (штат Калифорния, США) и *T. elongatum*, полученный от доктора W. Jon Raupp из Wheat Genetics Resource Center (Wheat Innovation Center, штат Канзас, США). Подробная характеристика полученных образцов описана в Таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика исследуемых образцов по качеству хромосомных перестроек и источнику хромосом

Шифр	Перестройка	Хромосома	Автор	Название
Источник хромосомы: <i>Dasyphyrum villosum</i>				
W1	дополнение	1V#3	AJL	7677
W3	дополнение	3V#3	AJL	7679
W4	дополнение	4V#3	AJL	7680
W5	дополнение	5V#3	AJL	7681
Источник хромосомы: <i>Thinopyrum elongatum</i>				
3664	Дисомное дополнение	1E	W. Jon Raupp	CSPTHEL DA 1E
3665	Дисомное дополнение	2E	Нет информации	CSPTHEL DA 2E
3666	Дисомное дополнение	3E	Нет информации	CSPTHEL DA 3E
3667	Дисомное дополнение	4E	Нет информации	CSPTHEL DA 1E
3668	Дисомное дополнение	6E	Нет информации	CSPTHEL DA 2E
3704	Дисомное дополнение	5E	Нет информации	CSPTHEL DA 3E
3706	Дисомное дополнение	7E	Нет информации	CSPTHEL DA 7E

*Условия выращивания растений*

Образцы линий W1-W5 выращивались из семян в вегетационных сосудах 9x9x9.5 (объем 0.35л) по одному растению в сосуде, образцы линий 3664-3706 в вегетационных сосудах 14x14x14 (объем 2л) по 4 растения в сосуде. В качестве субстрата использовался грунт торф верховой нейтрализованный Агробалт, pH 5,6–6,6. Выращивали в световых комнатах при постоянной температуре воздуха 22 С°, относительной влажностью 65 % и с длиной светового дня 16 часов и 8 часов ночь (шестнадцать часовой фотопериод). Навеска грунта в сосудах меньшего объема (0,35 л) была 100 г, большего (2 л) — 400 г. Первичный полив производили для достижения полной влагоемкости грунта: 100 мл на малые сосуды, 400 мл на большие. Далее полив по необходимости. Подкормки удобрениями проводили три раза, монофосфатом калия внекорневая подкормка — 10 г на 1 л. однократно, внекорневая подкормка микроэлементами — 5 мл на 1 л двукратно.

В качестве контроля выращивали материнский сорт яровой мягкой пшеницы Chinese Spring (CS) без дополнений. Chinese Spring высевали как в сосуды маленького объема (0,35 л), так и большого (2 л), по одному и 4 растения соответственно, в двукратной повторности. Об-

работки и условия выращивания аналогично опытным образцам.

*Обработка растений регуляторами роста*

Обработку растений регуляторами роста проводили через 24 дня после всходов, когда растения были на стадии кущения. Одну группу растений обрабатывали раствором 24-эпибрассинолида (0,005 мг/л), вторую группу растений обрабатывали раствором гиббереллиновой кислоты (100 мг/л). В качестве контроля использовали группу растений, обработанных дистиллированной водой. Растворы регуляторов роста, а также дистиллированную воду наносили однократно на поверхность листьев путём опрыскивания из расхода рабочей жидкости 1 л/м². Обработку проводили при выключенном искусственном освещении в 6 вечера (при шестнадцати часовом фотопериоде).

*Статистическая обработка*

Статистическая обработка проводилась в программе Rstudio 2021.09.1 Build 372 R 4.1.2. Данные структурного анализа фильтровались от статистических выбросов по всем анализируемым показателям и группировались по линиям. Для каждого признака проводился двухфакторный дисперсионный анализ, включающий в себя показатели мягкой пшеницы Chinese Spring и исследуемой линии без обработки и с обработками 24-брассинолидом и гиббереллиновой кислотой для выявления значимых различий и понимания природы этих различий: вносит ли большой вклад в различия присутствие чужеродного хроматина или же различия обусловлены обработками фитогормонами. Во избежание искажений контрольные растения Chinese spring была разделены на две группы в зависимости от объемов вегетационных сосудов, в которых они выращивались. Таким образом, растения линий с дополнительными хромосомами D.Villosum, которые выращивались в сосудах малого объема, сравнивались с растениями пшеницы, которые выращивались в таких же сосудах.

**Результаты**

Первым признаком, который исследовали в данной работе, стала высота растений. Независимо оценивалось влияние как обработок гормонами, так и вклада чужеродного генетического материала в формирование данного признака. На контрольном сорте обработка гиббереллиновой кислотой снижала высоту растений сильнее, чем 2,4-эпибрассинолид, который тоже снижал высоту по сравнению с контрольным вариантом без обработок фитогормонами. Однако данные различия не имели статистической достоверности.

В случае с экспериментальными линиями с чужеродным генетическим материалом ситуация отличалась. Са-

мой высокорослой оказалась линия W3, несущая в своем геноме хромосому V3 от *D. villosum*. Растения данной линии значимо отличались от контрольного сорта, однако обработка 2,4-эпибрассинолидом и ГК значительно снижала высоту растений, и приближала высоту растений к контролю. Линии W1, W4, W5, с генетическим материалом от *D. villosum* (первая, четвертая и пятая хромосомы соответственно) не имели статистически значимых различий по высоте от контрольного сорта, как в контрольном варианте без обработки, так и при обработке гормональными препаратами.

Все линии с генетическим материалом *Th. elongatum* были ниже исходного сорта Chinese spring (3664, 3665, 3666, 3668, 3706) или статистически не отличались от него по высоте (3667, 3704). При этом обработка гормонами влияла на них по-разному в зависимости от генетического материала, который несет данная линия. Так, у линий 3664, 3665 и 3666, несущих пару хромосом 1E, 2E и 3E соответственно, оба гормональных препарата повышали высоту, однако статистически не значимо. А вот у линии 3667, с парой хромосом 4E, обработки гормонами оказывали обратный эффект, и значимо снизили высоту растений, при этом различий между двумя вариантами обработок не было. У линии 3668, дополненной парой хромосом 6E, обработка 24-эпибрассинолидом уменьшила высоту растения, а ГК увеличила, однако данные различия по высоте статистически оказались не отличимы от контрольного варианта без обработки, при этом различие между двумя вариантами с обработкой гормонами было значимо. Линия 3704 оказалась наиболее чувствительна к 24-эпибрассинолиду, после обработки данным регулятором роста, растения значимо снижали свою высоту по сравнению с дополненной линией без обработки, однако оказывались на уровне растений Chinese Spring после обработки, которые также снизили свою высоту. А вот обработка этой линии ГК не оказала подобного эффекта, напротив, растения визуально оказались выше контрольного варианта, однако после проведения статистического анализа различий выявлено не было. Линия 3706, с хромосомной парой 7E, напротив, значимо снизила высоту при обработке ГК, а в случае обработки 24-эпибрассинолидом различий с контрольным вариантом дополненной линии не было.

Еще одним параметром, на который обращали внимание при анализе, стало значение длины колоса. У контрольного сорта этот показатель снизился при обработке ГК, и не изменился при воздействии 24-эпибрассинолида. У всех опытных образцов, кроме 3667 значимых изменений не было. Линия 3667 значимо уменьшила длину колоса при воздействии обоих фитогормонов.

Количество зерна у линий с генетическим материалом *D. villosum* сопоставимо с данным показателем у контрольных растений или незначительно отличается

в большую сторону. Статистически значимые отличия обнаружены у линий W3 и W5, которые показали наибольший результат у необработанных растений по сравнению с контролем, а у линии W5 также и растения, обработанные гиббереллиновой кислотой имели наибольшее количество зерна. Наименьший показатель был обнаружен у линии W4: вне зависимости от обработки в среднем насчитывалось на 5,95 зерен меньше, чем у контрольных растений.

Обратная картина наблюдалась у растений с дополнительными хромосомами *Th. elongatum*, которые показали значительно меньшее количество зерна в колосе по сравнению с контрольными растениями. Наименее озерненной оказалась линия 3666. Наилучшие показатели озерненности наблюдались у линий 3667 и 3704. Линия 3704 значимо снизила число зерен в колосе после обработки 24-эпибрассинолидом, однако полученная величина статистически отличалась только от исходной, не обработанной линии, но не отличалась от пшеницы. У образца под номером 3667 и после обработки ГК и после 24-эпибрассинолида значимо снизилось число зерен в колосе, их стало меньше, по сравнению как с исходной линией без обработки, так и со всеми вариантами опыта пшеницы CS. Вероятно это связано с уменьшением длины колоса, которую также продемонстрировал данный образец (Таблица 2).

### Обсуждение

Передача ценных сельскохозяйственных признаков от дикорастущих сородичей к пшенице в настоящее время широко распространенная практика улучшения сортов этой ценной зерновой культуры [7, 9, 13]. Однако как правило не только в селекционных линиях, но и в уже районированных сортах, передается не единственный ген, а целые участки чужеродной хромосомы [34]. Таким образом, помимо целевых генов, неизбежно передается целый пул наследственной информации, которая суммарно может оказывать не меньшее влияние на фенотип и проявляться по-разному, в разном геномном окружении.

Высота растений — сложный признак, на проявление которого влияет множество факторов как внутри генома, так и из окружающей среды. Гены, так или иначе связанные с высотой, расположены на 1, 3, 4, 5 и 6 гомеологических группах [35–40]. При этом среди них можно отметить как гены чувствительности к гормонам, так и аллельные варианты обуславливающие нечувствительность к воздействию тех или иных регуляторов роста. В свою очередь фитогормоны действуют на целый ряд признаков, при этом могут воздействовать по-разному, в том числе на один и тот же признак в том числе у филогенетически близких растений. ГК традиционно считается гормоном, стимулирующим рост и развитие растений [41]. Однако,

в некоторых семействах, воздействие ГК напротив, приводит к переходу в фазу покоя [41–42]. Диаметрально противоположное действие гиббереллиновая кислота может оказывать и на близкие виды. Так, она стимулирует выход из покоя у одних видов арабидопсиса и усиливает покой у других [43].

В нашем исследовании фитогормоны не оказали положительного влияния на высоту дополненных линий, а в ряде случаев высота оказывалась ниже контрольных, не обработанных гормонами растений. Это может объясняться именно комплексным воздействием фитогормонов на растения.

Виды, выступавшие донорами хромосом — *D. villosum* и *Th. elongatum* отдельно никогда не изучались на чув-

ствительность к гиббереллинам и эпибрассинолиду. Нам представляется маловероятным, что они отзываются на данные регуляторы роста иначе, чем их близкие сородичи, однако такие случаи тоже известны [41–43]. Поэтому безусловно, эта версия также нуждается в проверке.

Таким образом, в своей работе мы показали разный вклад добавленных хромосом V и E геномов злаковых в геномном окружении пшеницы при воздействии на них фитогормонами. В зависимости от хромосомы, фитогормоны не оказывали существенного воздействия на растения, по сравнению с растениями пшеницы, или способствовали более быстрому переходу к цветению и, как следствие, более низкому фенотипу, более короткому стеблю и длине колоса.

## ЛИТЕРАТУРА

- Marcussen T., Sandve S.R., Heier L., Spannagl M., Pfeifer M. Ancient hybridizations among the ancestral genomes of bread wheat // *Science*. 2014. Vol. 345, № 6194. doi: 10.1126/science.1250092.
- Qin L., Zhao J., Li T., Hou J., Zhang X., Hao C. TaGW2, a Good Reflection of Wheat Polyploidization and Evolution // *Front Plant Sci*. 2017. Vol. 8. doi: 10.3389/fpls.2017.00318.
- Ma X., Chang Y., Chen J., Yu M., Wang B., Ye X., et al. Development of wheat-Dasypyrum villosum T6V#45-6AL translocation lines with enhanced inheritance for powdery mildew resistance // *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. Vol. 135, № 7. P. 2423–2435. doi: 10.1007/s00122-022-04124-w.
- Diordiieva I., Kochmarskiy V., Riabovol I., Riabovol L., Serzhuk O. Enrichment of the winter triticale gene pool under intergeneric hybridization // *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19, № 3. P. 1406–1422.
- Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraful Alam M., Syed M. A., et al. Consequences and Mitigation Strategies of Abiotic Stresses in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under the Changing Climate // *Agronomy*. 2021. Vol. 11, № 2. P. 241. doi: 10.3390/agronomy11020241.
- Adonina I.G., Timonova E.M., Salina E.A. Introgressive Hybridization of Common Wheat: Results and Prospects // *Russ J Genet*. 2021. Vol. 57, № 4. P. 390–407. doi: 10.1134/S1022795421030029.
- Zhang R., Xiong C., Mu H., Yao R., Meng X., Kong L., et al. Pm67, a new powdery mildew resistance gene transferred from *Dasypyrum villosum* chromosome 1V to common wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Crop J*. 2021. Vol. 9, № 4. P. 882–888. doi: 10.1016/j.cj.2020.09.012.
- Zhang R., Fan Y., Kong L., Wang Z., Wu J., Xing L., et al. Pm62, an adult-plant powdery mildew resistance gene introgressed from *Dasypyrum villosum* chromosome arm 2VL into wheat // *Theoretical and Applied Genetics*. 2018. Vol. 131, № 12. P. 2613–2620. doi: 10.1007/s00122-018-3176-5.
- King J., Grewal S., Yang C. Y., Hubbart Edwards S., Scholefield D., Ashling S., et al. Introgression of *Aegilops speltoides* segments in *Triticum aestivum* and the effect of the gametocidal genes // *Ann Bot*. 2018. Vol. 121, № 2. P. 229–240. doi: 10.1093/aob/mcx149.
- Steed A., King J., Grewal S., Yang C. Y., Clarke M., Devi U., et al. Identification of *Fusarium* Head Blight Resistance in *Triticum timopheevii* Accessions and Characterization of Wheat-T. timopheevii Introgression Lines for Enhanced Resistance // *Front Plant Sci*. 2022. Vol. 13. doi: 10.3389/fpls.2022.943211.
- Haque M.A. Selective recombination close to the semi-dwarfing locus through bulk-population in the hybrid between *Triticum aestivum* and *Triticum polonicum* // *Journal of the Bangladesh Agricultural University*. 2019. Vol. 17, № 2. P. 148–152. doi: 10.3329/jbau.v17i2.41937.
- Han H., Ma X., Wang Z., Qi K., Yang W., Liu W., et al. Chromosome 5P of *Agropyron cristatum* induces chromosomal translocation by disturbing homologous chromosome pairing in a common wheat background // *Crop J*. 2023. Vol. 11, № 1. P. 228–237. doi: 10.1016/j.cj.2022.06.002.
- Jia H., Feng H., Yang G., Li H., Fu S., Li B., et al. Establishment and identification of six wheat-*Thinopyrum ponticum* disomic addition lines derived from partial amphiploid Xiaoyan 7430 // *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. doi: 10.1007/s00122-022-04185-x.
- Kishii M., Yamada T., Sasakuma T., Tsujimoto H. Production of wheat-*Leymus racemosus* chromosome addition lines // *Theoretical and Applied Genetics*. 2004. Vol. 109, № 2. P. 255–260. doi: 10.1007/s00122-004-1631-y.
- Frederiksen S. Taxonomic studies in *Dasypyrum* (Poaceae) // *Nord J Bot*. 1991. Vol. 11, № 2. P. 135–142. doi: 10.1111/j.1756-1051.1991.tb01813.x.
- Galasso I., Blanco A., Katsiotis A., Pignone D., Heslop-Harrison J. S. Genomic organization and phylogenetic relationships in the genus *Dasypyrum* analysed by Southern and in situ hybridization of total genomic and cloned DNA probes // *Chromosoma*. 1997. Vol. 106, № 1. P. 53–61. doi: 10.1007/s004120050224.
- De Pace C., Vaccino P., Cionini P.G., Pasquini M., Bizzarri M., Qualset C.O. *Dasypyrum* // *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. P. 185–292. doi: 10.1007/978-3-642-14228-4\_4.
- Dvořák J., Edge M., Ross K. On the evolution of the adaptation of *Lophopyrum elongatum* to growth in saline environments // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1988. Vol. 85, № 11. P. 3805–3809. doi: 10.1073/pnas.85.11.3805.
- Fedak G. Molecular aids for integration of alien chromatin through wide crosses // *Genome*. 1999. Vol. 42, № 4. P. 584–591. doi: 10.1139/g99-046.

20. Sepsi A., Molnár I., Szalay D., Molnár-Láng M. Characterization of a leaf rust-resistant wheat–*Thinopyrum ponticum* partial amphiploid BE-1, using sequential multicolor GISH and FISH // *Theoretical and Applied Genetics*. 2008. Vol. 116, № 6. P. 825–834. doi: 10.1007/s00122-008-0716-4.
21. Ceoloni C., Forte P., Kuzmanović L., Tundo S., Moscetti I., De Vita P., et al. Cytogenetic mapping of a major locus for resistance to *Fusarium* head blight and crown rot of wheat on *Thinopyrum elongatum* 7EL and its pyramiding with valuable genes from a *Th. ponticum* homoeologous arm onto bread wheat 7DL // *Theoretical and Applied Genetics*. 2017. Vol. 130, № 10. P. 2005–2024. doi: 10.1007/s00122-017-2939-8.
22. Lou H., Dong L., Zhang K., Wang D. W., Zhao M., Li Y., et al. High-throughput mining of E-genome-specific SNPs for characterizing *Thinopyrum elongatum* introgressions in common wheat // *Mol Ecol Resour*. 2017. Vol. 17, № 6. P. 1318–1329. doi: 10.1111/1755-0998.12659.
23. Chen S., Huang Z., Dai Y., Qin S., Gao Y., Zhang L., et al. The Development of 7E Chromosome-Specific Molecular Markers for *Thinopyrum elongatum* Based on SLAF-seq Technology // *PLoS One*. 2013. Vol. 8, № 6. P. e65122. doi: 10.1371/journal.pone.0065122.
24. Dai Y., Duan Y., Chi D., Liu H., Huang S., Cao W., et al. Chromosome identification by new molecular markers and genomic in situ hybridization in the *Triticum* – *Secale* – *Thinopyrum* trigenic hybrids // *Genome*. 2017. Vol. 60, № 8. P. 687–694. doi: 10.1139/gen-2017-0025. doi: 10.1139/gen-2017-0025.
25. Dai Y., Duan Y., Liu H., Chi D., Cao W., Xue A., et al. Molecular Cytogenetic Characterization of two *Triticum*–*Secale*–*Thinopyrum* Trigenic Hybrids Exhibiting Superior Resistance to *Fusarium* Head Blight, Leaf Rust, and Stem Rust Race Ug99 // *Front Plant Sci*. 2017. Vol. 8. doi: 10.3389/fpls.2017.00797.
26. Zanke C.D., Ling J., Plieske J., Kollers S., Ebmeyer E., Korzun V., et al. Whole Genome Association Mapping of Plant Height in Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) // *PLoS One*. 2014. Vol. 9, № 11. P. e113287. doi: 10.1371/journal.pone.0113287.
27. Wu J., Kong X., Wan J., Liu X., Zhang X., Guo X., et al. Dominant and Pleiotropic Effects of a *GAI* Gene in Wheat Results from a Lack of Interaction between *DELLA* and *GID1* // *Plant Physiol*. 2011. Vol. 157, № 4. P. 2120–2130. doi: 10.1104/pp.111.185272.
28. Tanveer M. Role of 24-Epibrassinolide in Inducing Thermo-Tolerance in Plants // *J Plant Growth Regul*. 2019. Vol. 38, № 3. P. 945–955. doi: 10.1007/s00344-018-9904-x.
29. Tanveer M., Shahzad B., Sharma A., Biju S., Bhardwaj R. 24-Epibrassinolide; an active brassinolide and its role in salt stress tolerance in plants: A review // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018. Vol. 130. P. 69–79. doi: 10.1016/j.plaphy.2018.06.035.
30. Tanveer M., Shahzad B., Sharma A., Khan E.A. 24-Epibrassinolide application in plants: An implication for improving drought stress tolerance in plants // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2019. Vol. 135. P. 295–303. doi: 10.1016/j.plaphy.2018.12.013.
31. Khan I., Awan S.A., Ikram R., Rizwan M., Akhtar N., Yasmin H., et al. Effects of 24-epibrassinolide on plant growth, antioxidants defense system, and endogenous hormones in two wheat varieties under drought stress // *Physiol Plant*. 2021. Vol. 172, № 2. P. 696–706. doi: 10.1111/pp.13237.
32. Ali Q., Ashraf M. Induction of Drought Tolerance in Maize (*Zea mays* L.) due to Exogenous Application of Trehalose: Growth, Photosynthesis, Water Relations and Oxidative Defence Mechanism // *J Agron Crop Sci*. 2011. Vol. 197, № 4. P. 258–271. doi: 10.1111/j.1439-037X.2010.00463.x.
33. Jamil S., Ali Q., Iqbal M., Javed M.T., Iftikhar W., Shahzad F., et al. Modulations in plant water relations and tissue-specific osmoregulation by foliar-applied ascorbic acid and the induction of salt tolerance in maize plants // *Brazilian Journal of Botany*. 2015. Vol. 38, № 3. P. 527–538. doi: 10.1007/s40415-015-0174-6.
34. Razumova, O.V., Bazhenov, M.S., Nikitina, E.A., Nazarova, L.A., Romanov, D.V., Chernook, A.G., et al. Molecular analysis of gibberellin receptor gene *GID1* in *Dasyphyrum villosum* and development of DNA marker for its identification // *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020. Vol. 15, № 1. P. 62–85. doi: 10.22363/2312-797X-2020-15-1-62-85.
35. KOMUGI—IntegratedWheatScienceDatabase. Режим доступа: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassListAction.do?geneClassificationId=182>  
Дата обращения: 14.09.2023
36. KOMUGI—IntegratedWheatScienceDatabase. Режим доступа: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/symbolClassListAction.do?geneClassificationId=183>  
Дата обращения: 14.09.2023
37. Ford B.A., Foo E., Sharwood R., Karafiatova M., Vrāna J., MacMillan C., et al. *Rht18* Semidwarfism in Wheat Is Due to Increased GA 2-oxidaseA9 Expression and Reduced GA Content // *Plant Physiol*. 2018. Vol. 177, № 1. P. 168–180. doi: 10.1104/pp.18.00023.
38. Sun L., Yang W., Li Y., Shan Q., Ye X., Wang D., et al. A wheat dominant dwarfing line with *Rht12*, which reduces stem cell length and affects gibberellic acid synthesis, is a 5AL terminal deletion line // *The Plant Journal*. 2019. Vol. 97, № 5. P. 887–900. doi: 10.1111/tpj.14168.
39. Tian X., Xia X., Xu D., Liu Y., Xie L., Hassan M.A., et al. *Rht24b*, an ancient variation of *TaGA2ox-A9*, reduces plant height without yield penalty in wheat // *New Phytologist*. 2022. Vol. 233, № 2. P. 738–750. doi: 10.1111/nph.17808.
40. Zhou C., Xiong H., Fu M., Guo H., Zhao L., Xie Y., et al. Genetic mapping and identification of *Rht8-B1* that regulates plant height in wheat // *BMC Plant Biol*. 2023. Vol. 23, № 1. P. 333. doi: 10.1186/s12870-023-04343-3.
41. Gupta R., Chakrabarty S.K. Gibberellic acid in plant // *Plant Signal Behav*. 2013. Vol. 8, № 9. P. e25504. doi: 10.4161/psb.25504
42. Guardiola J.L., Monerri C., Agusti M. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in *Citrus* // *Physiol Plant*. 1982. Vol. 55, № 2. P. 136–142. doi: 10.1111/j.1399-3054.1982.tb02276.x.
43. Debeaujon I., Koornneef M. Gibberellin Requirement for *Arabidopsis* Seed Germination Is Determined Both by Testa Characteristics and Embryonic Abscisic Acid // *Plant Physiol*. 2000. Vol. 122, № 2. P. 415–424. doi: 10.1104/pp.122.2.415.

© Назарова Любовь Андреевна (lrukhnova@yandex.ru); Никитина Екатерина Александровна (shhket@gmail.com);  
 Минькова Яна Вадимовна; Разумова Ольга Владимировна (razumova.o@gmail.com); Харченко Петр Николаевич (iab@iab.ru)  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ЭТАПЫ И ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ФИТОМЕЛИОРАЦИОННЫХ РАБОТ В КРЫМУ

**Погорельский Андрей Николаевич**

Инженер-исследователь, Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН, г. Ялта  
andriy.pogorilskiy79@gmail.com

## STAGES AND PREREQUISITES OF THE DEVELOPMENT AND FORMATION OF PHYTOMELIORATIVE WORKS IN CRIMEA

**A. Pogorelskiy**

*Summary.* The development of phytomelioration in Crimea can be segmented into five periods:

— First Period (1877 – 1910–14): This period marks the commencement of phytomeliorative work in Crimea. Activities included planting the first protective forest strip near the Shatalov estate and establishing the first water-regulating forest plantations on the slopes of Tepe-Oba near Feodosia.

— Second Period (1914 – 1935): During this era of state restructuring, no phytomeliorative work was conducted in Crimea.

— Third period (1937 – early 90s). This period can be described as the start of phytomeliorative activities both in the mountainous and in the steppe part of Crimea. The majority of the protective forest strips were created, and their total area reached 130 thousand hectares by the early 90s.

— Fourth Period (from the early 90s to 2014): Funding for the forestry sector decreased and forest plantation preservation controls diminished. This led to unauthorized deforestation and forest fires.

— Fifth period — (2014 – to the present day). No reforestation work was done during this period, except 2020–2022 when 300 hectares of protective forest plantations were planted.

*Keywords:* phytomelioration, protective forest plantations, forest strips, forest improvement work.

*Аннотация.* Формирования фитомелиорации в Крыму можно представить пятью периодами развития:

— первый период (1877 г. – 1910–14 гг.). Зарождение фитомелиоративных работ в Крыму. Высадка в 1877 году первой защитной лесополосы в окрестностях поместья Шаталовы, закладка первых водорегулирующих лесонасаждений на склонах Тепе-Оба вблизи г. Феодосия.

— второй период (1914 г. – 1935 г.). В этот период, в период государственного переустройства, работы в этой области на территории Крыма практически не проводились.

— третий период (1937 г. – по нач. 90-х г.). Характеризуется активизацией фитомелиоративных мероприятий как в горном, так и в степном Крыму. В это время созданы преобладающее большинство защитных лесополос полуострова, площадь которых на начало 90-х г. достигала 130 тыс. га.

— четвертый период (с нач. 90-х г. по 2014 г.). Характеризуется снижением финансирования лесной отрасли и отсутствием контроля сохранности лесонасаждений, что и привело к несанкционированным вырубкам и пожарам.

— пятый период — (2014 г. — до наших дней). Период характерен практически полным отсутствием работ по лесовосстановлению, за исключением 2020–2022 г.г. на протяжении которых, было высажено 300 га полезных лесонасаждений.

*Ключевые слова:* фитомелиорация, защитные лесонасаждения, лесополосы, лесомелиоративные работы.

### Введение

Статья написана с целью изучения и анализа этапов развития и становления фитомелиорационных работ на территории Крыма. Выполнены работы по анализу архивных документов, документов и данных лесничеств, а также Министерства экологии и природных ресурсов Республик Крым послуживших основой заключений о целях и причинах возникновения фитомелиорации на полуострове.

### Объект и методы исследования

Объектом исследования есть исторические факты зарождения и становления фитомелиорации в Крыму в целом и лесозащитных насаждений в частности. Выполнен анализ данных архивных документов, а также современ-

ных данных состояния лесомелиоративных насаждений степного Крыма.

### Результаты и обсуждения

Искусственные древесные насаждения в Крыму появились очень давно, еще при освоении полуострова более 2,5 тыс. лет назад появившиеся на побережье греческие поселения отмечались привезёнными и высаженными деревьями разных пород. В тоже время, особенностью искусственных насаждений Крыма является то, что они имеют большую уязвимость в следствии высаживания их, с большой долей вероятности, в не благоприятных условиях произрастания [7].

Согласно данным исторических документов, в прошлом Крым имел, значительные лесные покровы про-

стирающиеся далеко в глубь степей полуострова, о чем писал путешественник по Крыму в 1578 году Польский посол Броневский.

На момент вхождения Крыма в состав Российской империи в 1783 году, лесоводы-пионеры уже проводили работы, на территории материковой части России, по апробации посадки деревьев в аридных условиях. Болотов А.Т., в начале XIX столетия, высказал первые предложения о возможности защиты обрабатываемых полей с помощью высаживания лесных насаждений [3]. Так, землевладельцы имеющие сельскохозяйственные угодья в степных районах преследуя цель повышения их экономической эффективности, наряду с учеными того времени, активно экспериментировали с лесомелиорацией. В последствии некоторые такие экспериментальные участки выросли до опытных лесных станций.

Тем не менее, в начале XIX столетия Крым характеризовался значительным дефицитом водных и лесных ресурсов. В то время как основная масса лесных ресурсов, как и сегодня, была присуща горной части, степная часть Крыма характеризовалась практически полным отсутствием лесных насаждений, и как следствие более засушливым климатом.

Одним из первых знаменательных законодательных актов было положение о сохранении лесов Крыма изданное в 1976 году определяющее использование и статус земель, покрытых лесными насаждениями. В положении было строго определено, что занятое пространство под лесами должно навсегда оставаться под лесом [2].

История появления искусственных лесонасаждений в Крыму имеет прямую связь с усадьбой семьи Шатиловых в Тульской области, а также с судьбой естествоиспытателя Майера Ф.Х. служившего там управляющим с 1821 года. Именно Майер Ф.Х., по мнению Лопачева Н.А., стал первопроходцем в степном лесоразведении, разработав специальную агротехнологию посадки древесных растений в условиях лесостепи. Поляков А.Н. в своей статье «Выдающийся лесовод» также отмечал Майера Ф.Х. как пионера идеи создания защитных лесополос [5].

Собственно первая полезащитная лесополоса в Крыму появилась в 1877 году в окрестностях поместья Шатиловых, пос. Нижнегорское. Заложенные по методике Майера Ф.Х. дубовые лесополосы и сегодня там растут. Также, упоминание о первых линейных лесонасаждениях Крыма можно найти в статьях «Искусственные лесонасаждения в Крыму» Багровой Л.А. и Гаркушы Л.Я., а также в периодическом издании «Защитные насаждения» за 1960 год, где говорится о годе появления и местоположении лесопосадки в районе совхоза «Приморье» Нижнегорского района [8, 9]. Также тема лесоразведения в степном Крыму достаточно глубоко затронута в статье

«Феодосийский опыт использования леса в решении водной проблемы» Агапонова Н.Н., где автор упоминает и о первой полезащитной лесополосе полуострова [11, 12].

Первая водозащитная лесопосадка была произведена в Крыму в 1878 году. В этот период в окрестностях Феодосии на склонах Тепе-Оба высажено деревьев на площади около 3 тыс. га. Это событие, Зибольд Ф.И. в своих трудах «О постановке опытного дела в Феодосийском горнокультурном лесничестве», говорит, что в результате ходатайства Феодосийского городского общества, видевшего причину истощения воды в городских фонтанах в безлесье горных склонов, окружающих Феодосию, Министерство государственных имуществ в 1876 году преступило к работам по лесоразведению. Работы произведены в 1878 году, через год после закладки первой полезащитной лесополосы на территории Крыма и за 14 лет до экспериментов с лесонасаждениями, производимыми Докучаева В.В. в Каменно-Степном опытном лесничестве [1,6]. В целом, в этот период в горном Крыму было высажено порядка 5 тыс. га искусственных лесонасаждений, но к 1917 году их сохранилось менее 300 га. [7].

Также, Зибольд Ф.И. упоминает о двух попытках лесной посадки, где первая в 1878–1888 годах была неудачной по трем причинам:

В первую причину автор выделяет плохое орошение, связанное с засушливым климатом региона и тем, что склоны, выбранные для посадки, имели искусственный отток осадков по средствам ранее построенных каналов водосбора дождевой и талой воды.

Второй причиной неудачи автор выделил посадку двухлетних саженцев без учета её глубины. Не была выдержана достаточная глубина при высадке саженцев, что не позволило укрепится корневой системе и как следствие привело к гибели деревьев.

Третья причина, это найм в силу ограниченного бюджета низкоквалифицированных рабочих, в результате чего работы выполнялись не качественно.

Очередной этап развития искусственного лесонасаждения в Крыму охарактеризовался первыми посадки на Ай-Петринской яйле проведенными в 1909 году А.Ф. Скоробогатым и К.Ф. Левандовским. В 1910 г. начались работы по посадке на Никитской яйле, а в 1935–1937 годах были созданы посадки из сосны и на Долгоруковской яйле [7]. Также следует отметить, что в этот период полезащитному разведению было уделено огромное внимание. Об этом говорит, высказывание почвовед и агролесомелиоратора В.Р. Вильямса, который в 1938 году писал, что в степных районах развитие сельскохо-

зяйственного производства невозможно без участия по-  
лезазщитных лесополос.

Огромное внимание полезазщитному и садозащитно-  
му лесоразведению в Крыму уделялось в 50–80-е годы  
XX века. Появившейся в 60–80 годы прошлого столетия  
возможность механизированной нарезки террас, в гор-  
ной части Крыма способствовали организации масштаб-  
ных лесопосадочных работ, направленных на охрану  
почв и стабилизацию процессов эрозии. В 1957 году  
были начаты массовые работы по посадке древесных  
насаждений на Ай-Петринской яйле, Демерджи, Караби-  
яйле и уже к 70-м годам на крымских яйлах было выса-  
жено около 3 тыс. га искусственных лесонасаждений [4].  
На протяжении этих лет в степной и предгорной части  
полуострова было создано более 27 тыс. га лесозащит-  
ных полос. Планировалось, что результатом этих меро-  
приятий станет поле защищённость сельскохозяйствен-  
ных угодий Крыма от пылевых буревалов и суховеев,  
площадью свыше 500 тыс. га, но, к сожалению, к концу  
XX века площадь лесозащитных полос существенно со-  
кратилась, а большая часть уцелевших, разлажена и тре-  
бует реконструкции (рис. 1).

По данным Министерства экологии и природных  
ресурсов Республики Крым с 2009 года в Крыму на-  
блюдается тенденция к снижению объёмов лесовос-  
становительных работ (рис.2). [13–22]. В тоже время,  
работы по созданию полезазщитных лесополос, на тер-  
ритории полуострова Крым практически не производи-  
лись, за исключением 2020–2022 г.г. на протяжении кото-  
рых, на территории Первомайского района Республики  
Крым были выполнены работы по реконструкции и вос-  
становлению полезазщитных лесонасаждений на площа-  
ди в 300 га.(ежегодно по 100 га.) [20, 21, 22, 25].

В целом формирования фитомелиорации в Крыму  
можно разбить на пять периодов:

- первый период (с 1877 г. по 1910–14 гг.) является  
этапом зарождения фитомелиоративных работ  
в Крыму. Ему характерна высадка первой защит-  
ной лесополосы в окрестностях поместья Шата-  
ловы, закладка первых водорегулирующих лесо-  
насаждений на склонах вблизи г.Феодосия.
- второй период (с 1914 г. по 1935 г.), это период  
работы в области фитомелиорации практически  
не проводились в связи с сменой государственно-  
го строя.
- третий период (с 1937 г. по нач. 90-х г.) характери-  
зуется всплеском фитомелиоративных мероприя-  
тий (работ) на территории Крыма, работы активно  
проводились как в горном, так и степном Крыму.  
В это время создано преобладающее большин-  
ство защитных лесополос полуострова, площадь  
которых на начало 90-х г. достигла 130 тыс. га.
- четвертый период (с нач. 90-х г. по 2014 г.). В ре-  
зультате распада СССР в 1992 года полуостров  
Крым вошел в состав Украины в связи с чем все  
лесоустроительные работы проводились в со-  
ответствии с ее законодательством. Это период  
недостаточного контроля сохранности лесона-  
саждений, а также низкого уровня финансиرو-  
вания лесной отрасли государством, что привело  
к несанкционированным вырубкам и пожарам.  
О ситуации того времени, в статье о проведенных  
исследованиях о состоянии лесополос Крымского  
полуострова в 2009 году Агапонов Н.Н. пишет, что  
во многих государствах о лесоразведении в степи  
как о самом эффективном методе защиты сельско-  
хозяйственных земель от деградации абсолютно  
забыли.
- пятый период начался с момента возвращения  
Крымского полуострова в состав Российской Фе-  
дерации в 2014 году, и до наших дней. Этому пери-  
оду характерен пониженным интересом к вопро-  
су изучения и восстановления лесонасаждений.

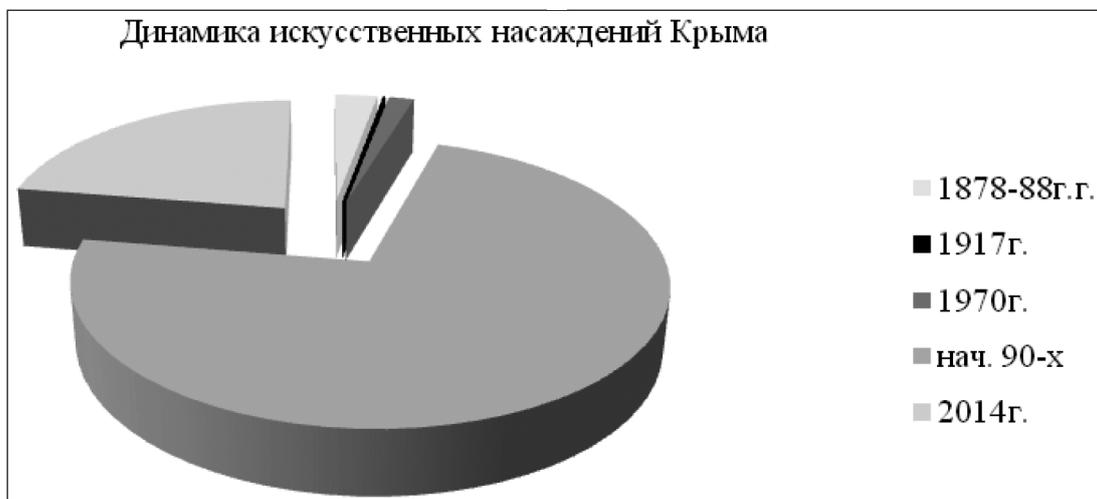


Рис. 1. Динамика изменения площадей искусственных насаждений Крыма

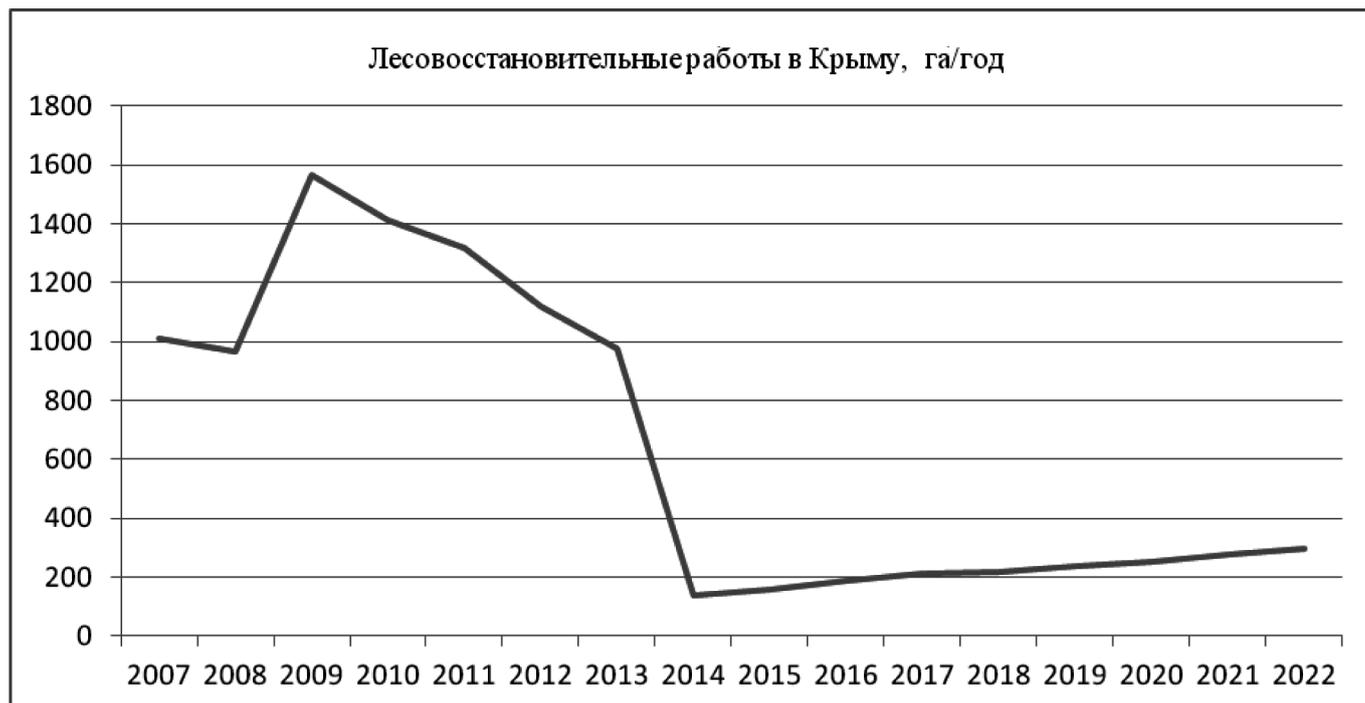


Рис. 2. Тенденции снижения объемов лесовосстановительных работ в Крыму

Работы по лесовосстановлению хоть и проводились, но имели тенденцию к ежегодному снижению объемов. В этот период проблематика состояния и восстановления защитных лесонасаждений освещена в работах таких авторов, как: Плугатарь Ю.В., Коба В.П., Агапонов Н.Н., Ведь И.П., Поляков А.Ф., Исиков В.П.

Тем не менее в 2022 году В.О. Смирнов, Е.С. Крайнюк, Н.В. Смирнова публикуют статью «Опыт оценки эколого-биологического состояния полейзащитных лесных полос на территории Республики Крым», в которой освещают результаты исследований экологобиологического состояния 559 единиц лесополос, расположенных на площади 664.8 га. Первомайского района Республики Крым. На основании проведенных исследований авторы установили, что современное состояние защищенности лесными насаждениями исследуемого района меньше 11 %. На основании результатов исследования в 2019 году, по инициативе Министерства экологии и природных ресурсов Республик Крым, разработан проект восстановления и реконструкции лесополос Первомайского района Республики Крым, к концу 2022 года проект полностью реализован ГАУ РК «Раздольненское лесохозяйственное хозяйство» [23, 25]. Данный проект является уникальным примером масштабных работ по реконструкции и восстановлению полейзащитных лесополос как для Республики Крым, так и для всего юга Российской Федерации.

Также в 2022 году разработан проект агролесомелиорации полейзащитных лесных полос на общей площади

75,4295 га на территории Кольцовского сельского поселения Сакского района Республики Крым, по результатам установлено, что 2/3 всех полейзащитных лесных полос нуждаются в реконструкции, посадка, в рамках проекта, запланирована на конец 2023 года [24].

### Заключение

Засушливый климат, а также значительный дефицит водных и лесных ресурсов, особенно степной части Крыма, послужили толчком к появлению на территории полуострова первых лесомелиоративных насаждений. Несмотря на выполнение работ с применением передовых, на то время, технологий, далеко не все лесомелиоративные эксперименты увенчались успехом. В тоже время, этот опыт послужил накоплению новых данных позволивших продолжать и развивать лесомелиоративные работы с учетом агроклиматических условий Крыма.

Этапы развития фитомелиорации в Крыму имели не однородный, скачкообразный, характер, обусловленный в первую очередь социально-политическими процессами. Однако, не смотря на разную интенсивность интереса, работы в области лесомелиорации на территории полуострова позволили сформировать научную базу знаний, ставшую фундаментом для последующих научных изысканий. На территории Крыма, в особенности для степной его части, фитомелиорация имеет весомое значение в том числе и для сельского хозяйства и нуждается в дальнейшем своем развитии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зибольд Ф.И. О постановке опытного дела в Феодосийском горно культурном лесничестве. Труды опытных лесничеств. Министерство земледелия и государственных имуществ. Лесной департамент. Вып. 2.. Санкт-Петербург, Типография СПб. акц. общ. печ. и писчеб. дела «Слово», 1904. 737 с.
2. Плугатарь Ю.В. Леса Крыма. Монография. Симферополь, ИТ «АРИАЛ», 2015. 385 с.
3. Тихонов А.С. История лесного дела. Калуга, Издательский педагогический центр «Гриф», 2007. 328 с.
4. Багрова Л.А. К истории облесения крымских яйл. Л.А. Багрова, Н.В. Лысак Записки общества геоэкологов. Вып. 4. Симферополь, 2000. С. 11–16.
5. Поляков А.Н. Выдающийся лесовод. Лесное хозяйство № 3. 1999. С. 17–18.
6. Мильков Ф.Н. Каменная Степь. Лесоаграрные ландшафты. / Под ред. доктора географических наук, профессора Ф.Н. Милькова // Издательство Воронежского университета. Воронеж, 1992. 224 с.
7. Багрова Л.А., Гаркуша Л.Я. Средообразующая роль искусственных лесонасаждений. Заповедники Крыма. Симферополь, 2005. С. 17–22.
8. Багрова Л.А., Гаркуша Л.Я. Искусственные лесонасаждения в Крыму. Экосистемы, их оптимизация и охрана. Вып.1. 2009. С. 134–145.
9. Кольцов В., Важов В., Полосухин Г., Чистяков А. Защитные насаждения. Симферополь. Крымиздат, 1960.
10. Административно-территориальные преобразования в Крыму. 1783–1998 гг. Справочник / под ред. Г. Н. Гржибовской. Симферополь. Таврия-Плюс, 1999. 464 с.
11. Агапов Н.Н., Астапов А.Ю., Неонета А.А. Феодосийский опыт использования леса в решении водной проблемы. Мат. 15-го межд. симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье». Симферополь, 2006. С. 496–497.
12. Агапов Н.Н., Николаев Е.В. Полезащитные лесополосы Крыма их экологическое и сельскохозяйственное значение. Симферополь, 2009. С. 119–127.
13. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2013 г. Симферополь, 2013. С.136.
14. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2014 г. Симферополь, 2014. С.237.
15. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2015 г. Симферополь, 2016. С.293.
16. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2016 г. Симферополь, 2017. С.316.
17. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2017 г. Симферополь, 2018. С.584.
18. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2018 г. Симферополь, 2019. С.422.
19. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2019 г. Симферополь, 2020. С.360.
20. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2020 г. Симферополь, 2021. С.404.
21. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2021 г. Симферополь, 2022. С.400.
22. Доклад Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым о состоянии и об охране окружающей среды на территории Республики Крым 2022 г. Симферополь, 2023. С.448.
23. Смирнов В.О., Крайнюк Е.С., Смирнова Н.В. Опыт оценки эколого-биологического состояния полезащитных лесных полос на территории Республики Крым. Геополитика и экогеодинамика регионов. 2022. — Т. 8, № 4. — С. 258–268.
24. ООО «Агроимпульс». Проект агролесомелиорации полезащитных лесных полос на общей площади 75,4295 га. для ГАУ РК «Евпаторийское лесное хозяйство» кадастровый номер участка 90:11:000000:4349 Кольцовское сельское поселение Сакский район Республика Крым. Симферополь, 2022.
25. ООО «Таврия». Проект создания полезащитных лесных полос, расположенных на территории Первомайского района Республики Крым. Симферополь, 2019.

© Погорельский Андрей Николаевич (andriy.pogorilskiy79@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

## PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD SERUM OF CATTLE

*S. Polskikh*

*Summary.* In modern production conditions, regular control of cattle health is an urgent direction of livestock breeding. One of the indirect indicators of assessment of physiological state of animals is physiological and biochemical composition of blood. Unfavorable factors lead to disorders in metabolic processes of the organism, which affects the productivity of cattle.

*Keywords:* cattle, blood, physiological and biochemical composition, serum, productivity.

**Польских Светлана Валерьевна**

Кандидат биологических наук, доцент,  
Воронежский Государственный Аграрный университет  
им. Императора Петра I  
future29@yandex.ru

*Аннотация.* В современных производственных условиях актуальным направлением животноводства является регулярный контроль состояния здоровья крупного рогатого скота. Одним из косвенных показателей оценки физиологического состояния животных выступает физиолого-биохимический состав крови. Неблагоприятные факторы приводят к нарушениям в обменных процессах организма, что влияет на продуктивность крупного рогатого скота.

*Ключевые слова:* крупный рогатый скот, кровь, физиолого-биохимический состав, сыворотка, продуктивность.

Повышению продуктивности и репродуктивной функции крупного рогатого скота, а также получению качественной и безопасной продукции способствует систематический мониторинг за их здоровьем [1]. В рамках мониторинговых наблюдений проводится диагностическая оценка физиологических нарушений в деятельности внутренних и внешних систем организма, а также выявление заболеваний различной этиологии на ранних этапах постэмбрионального развития животных [2]. Взаимосвязь внутренних органов, тканей и клеток осуществляется при помощи внутренней среды организма, состоящей из крови, тканевой жидкости и лимфы [3], [4].

Одним из косвенным показателем физиологического состояния крупного рогатого скота выступает кровь, которая отвечает за доставку к органам и тканям пита-

тельных веществ, ферментов, медиаторов, гормонов, газов и других компонентов необходимых для нормального функционирования организма в целом. Здоровые животные обладают постоянным физико-биохимическим составом крови, который чувствительно реагирует на физиологические и патологические изменения, поэтому анализ основных показателей обладает диагностическим значением. Для получения достоверных результатов, характеризующих физиолого-биохимический состав крови, анализ проводят на образцах сыворотки, которая представляет собой плазму крови с отделенными от нее фиброгенами, что обеспечивает высокую стабильность исследуемого материала.

В рамках выполненного исследования проводилась оценка физиологического состояния телят различных возрастов по общепринятым методикам: измерение

Таблица 1.

Основные физиологические показатели телят разного возраста (M±m)

Возраст (суток)	Кол-во особей	Показатель		
		Температура, °C	Частота пульса, уд/мин	Частота дыхания, движ/мин
5	5	39,1±0,05	70,5±1,12	56,1±0,34
10	5	39,4±0,03	80,6±0,98	55,6±0,28*
20	5	38,7±0,09*	85,4±1,09	50,2±0,37
60	5	38,9±0,10**	90,3±1,15**	45,7±0,21**
90	5	38,5±0,05	100,7±0,89*	37,4±0,27
120	5	38,5±0,09	90,6±0,92	21,9±0,31**
210	5	38,5±0,07**	90,7±0,94**	16,7±0,35

\* P ≤ 0,05; \*\* P ≤ 0,001 — относительно 5 суток

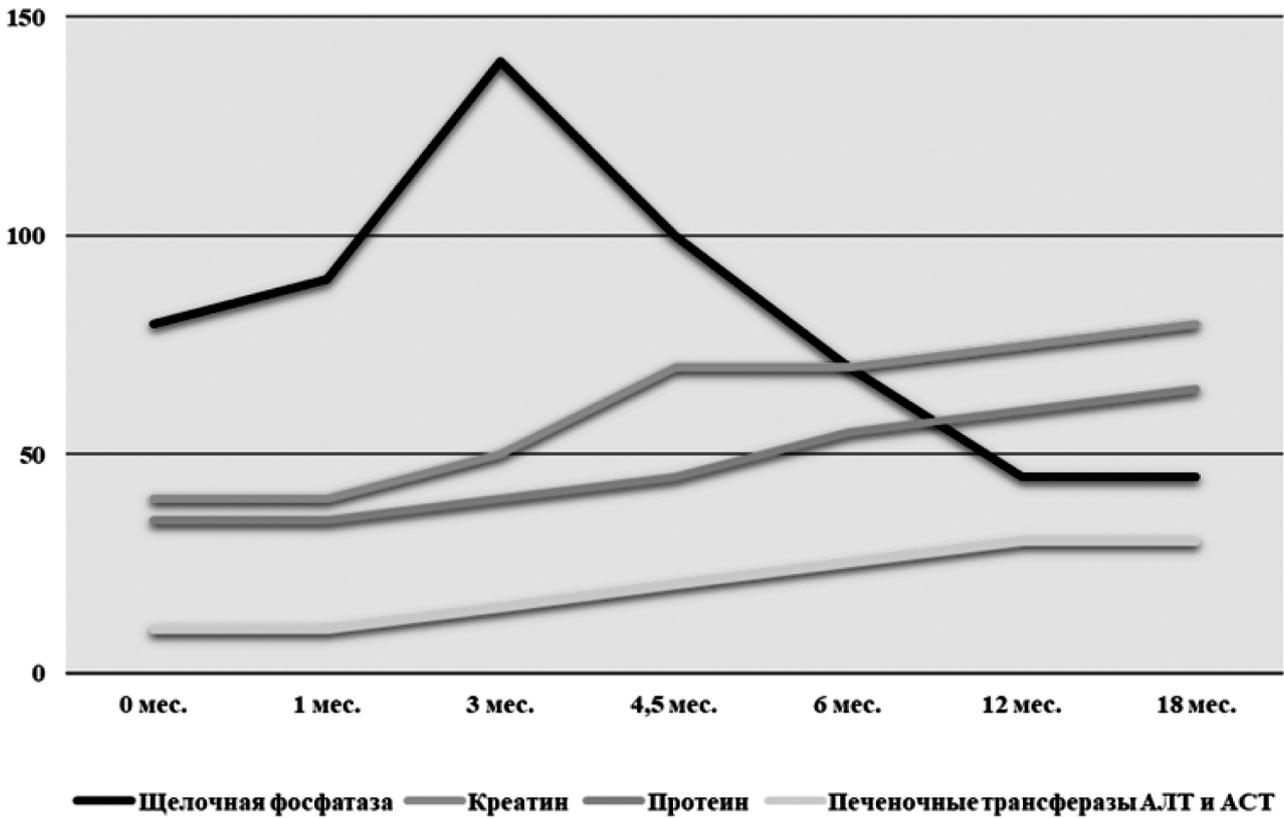


Рис. 1. Динамика изменений отдельных физиолого-биохимических показателей в крови крупного рогатого скота

температуры тела, частоты сердечных сокращений и дыхательных движений. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Из представленных данных в таблице 1 видно, что физиологические показатели телят на ранних этапах постэмбрионального развития находились в пределах нормы. Температура тела у телят до четырнадцати дней должна быть в диапазоне 38,5...40,0°C, с трех месяцев до года не должно превышать 39,5°C. Диапазон частоты пульса у телят в возрасте до четырнадцати дней составляет 100...140 ударов в минуту, с трехмесячного возраста до года — 70...100 ударов в минуту, а частота дыхания 30...50 движений в минуту и 25...45 движений в минуте соответственно [6].

Изменения в физиолого-биохимическом составе сыворотки крови телят в раннем постэмбриональном периоде в зависимости от возраста представлено в виде графиков на рисунке 1.

Одним из характеризующих показателем физиологического состояния телят является щелочная фосфатаза. Данный фермент входит в состав практически всех тканей организма, с максимальным скоплением в костной ткани, паренхиме печени и стенках желчных протоков, а также клетках слизистой оболочки кишечника. Норма содержания щелочной фосфатазы в сыворотке крови

телят находится в диапазоне 20...164 Ед/л. Изменение активности щелочной фосфатазы отмечается при патологическом состоянии организма крупного рогатого скота, которое связано с нарушением кровоснабжения внутренних органов. Низкий уровень щелочной фосфатазы свидетельствуют о нехватки магния и цинка, а также о белковой недостаточности [7].

Креатинин представляет собой побочный продукт обмена веществ, который образуется из креатина, сформированного из аминокислот — аргинина, глицина и метионина. Креатинин организмом активно используется во время движения при мышечных сокращениях. С возрастом уровень креатинина в сыворотке крови телят увеличивается, так, например в возрасте 35...105 суток содержание креатинина находится в пределах 56,8...123,5 микромоль на литр. Для взрослых особей крупного рогатого скота уровень данного показателя характеризуется диапазоном 162...215 микромоль на литр [8].

Протеин или белковые компоненты сыворотки крови являются основным компонентом, отвечающий за иммунную защиту организма крупного рогатого скота. Основные задачи протеина постоянно поддерживать осмотическое давление и определенный уровень водорода, катионов в крови, регулирование кислотно-щелочного равновесия, а также принятие участие в синтезе

ферментов и гормонов. Содержание протеина взаимосвязано с комплексами липидов, углеводов и гормонов.

Количество протеина в сыворотке крови крупного рогатого скота увеличивается с возрастом. Для новорожденных телят характерно содержание протеина до первого сосания молозива на уровне 75...83 г/л. С возрастом увеличивается и к двадцать первому дню составляет  $160,4 \pm 4,0$  г/л, которое остается на этом уровне до двухмесячного возраста, но при этом различается чувствительностью по отношению к другим компонентам физиолого-биохимического состава крови. Содержание протеина в крови взрослых особей крупного рогатого скота может достигать до 190 г/л, что объясняется увеличением биосинтеза белков в организме взрослых особей крупного рогатого скота [9].

Также физиологическое состояние телят оценивается через активность ферментов крови, а именно аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ). Максимальное количество аланинаминотрансферазы накапливается в цитозоле гепатоцитов, а также в поперечнополосатой мускулатуре и головном мозге. Нехватка данного фермента свидетельствует о патологических нарушениях в печени. Аспартатаминотрансферазы в большей степени накапливается в клетках сердца и печени. Недостаток аспартатаминотрансферазы является диагностическим маркером заболеваний сердце и печени.

По данным [9] установлено, что активность аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы с возрастом уменьшается. Так, например АЛТ до восемнадцати суток составляет 12,1 Ед/л, к двухмесячному возрасту снижается до 3,1 Ед/л, а содержание АСТ составляет 9,2 Ед/л и 13,1 Ед/л соответственно.

В ходе исследования определяли показатели азотистого и белкового состава сыворотки крови с целью оценки физиологического состояния телят в постэмбри-

ональном периоде. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Представленные результаты в таблице 2, свидетельствуют об изменении состава азотистого и белкового состава сыворотки крови телят в зависимости от возраста. Содержание общего белка в сыворотки крови в пятидневном возрасте составило 74,1 г/л, а к семимесячному возрасту количество белка увеличилось в 2,3 раза и составило 167,3 г/л. Повышение уровня содержания общего белка подтверждаются данными других исследователей и свидетельствует об интенсивном росте телят на фоне увеличения биосинтеза белков.

Количество альбумина в сыворотки крови телят до десятидневного возраста незначительно увеличилось по отношению к пятидневному возрасту. Затем отмечается снижение содержания альбумина в среднем до уровня  $25,9 \pm 6,1$  г/л к концу третьего месяца, а к семимесячному возрасту отмечается увеличение альбумина в 1,5 раза по отношению к девяностому дню от рождения. Закономерности изменения содержания альбуминов в сыворотке крови телят в раннем постэмбриональном периоде не существенно, при этом для каждой возрастной группы животных отмечается достаточно большой разброс в полученных данных.

Содержание мочевины в пятидневном возрасте составило  $4,6 \pm 0,9$  ммоль/л, при этом к десятидневному возрасту уровень мочевины увеличилось в 2,9 раза, а потом снизилось и к семимесячному возрасту не превышало  $7,1 \pm 0,7$  ммоль/л. Уровень содержания мочевой кислоты в крови телят с возрастом увеличилось к семимесячному возрасту в 1,4 раза и составило 211,3 ммоль/л.

Немаловажным оценочным показателем физиологического состояния телят в постэмбриональном периоде является анализ липидного обмена сыворотки крови. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 2.

Азотистые и белковые показатели сыворотки телят в постэмбриональном периоде

Возраст (суток)	Кол-во особей	Показатель			
		Общий белок, г/л	Альбумины, г/л	Мочевина, ммоль/л	Мочевая кислота, мкмоль/л
5	5	74,1	$31,3 \pm 4,7$	$4,6 \pm 0,9$	153,2
10	5	83,5	$33,5 \pm 3,7$	$13,5 \pm 3,3^*$	166,4
20	5	88,6	$24,7 \pm 3,4$	$6,4 \pm 0,2$	188,3
60	5	92,3	$28,2 \pm 6,1$	$7,1 \pm 0,5^*$	188,2
90	5	105,8	$25,9 \pm 6,1$	$7,0 \pm 0,8$	199,8
120	5	142,3	$36,7 \pm 4,3$	$7,8 \pm 0,6^*$	173,2
210	5	167,3	$38,0 \pm 8,4$	$7,1 \pm 0,7$	211,3

\*  $P \leq 0,05$  — относительно 5 суток

Таблица 3.

Показатели липидного обмена сыворотки телят  
в постэмбриональном периоде

Возраст (суток)	Кол-во особей	Показатель	
		Общий холестерол, ммоль/л	Триглицериды, ммоль/л
5	5	7,18	1,78
10	5	7,00*	1,69*
20	5	6,54	1,45
60	5	4,23	1,10*
90	5	4,56*	0,89
120	5	3,12	0,65
210	5	2,67	0,45*

\*  $P \leq 0,05$  — относительно 5 суток

Представленные данные в таблице 3 свидетельствуют, что максимальное содержание общего холестерина характерно в пятнадцатидневный возраст телят — 7,18 ммоль/л, который с возрастом снизился и к семи месяцам составил 2,67 ммоль/л. Количество триглицеридов обладало аналогичной тенденцией и к семимесячному возрасту снизился до 0,45 ммоль/л.

Таким образом, рассмотренные физиолого-биохимические показатели сыворотки крови телят зависят от возраста, что является косвенным показателем, складывающийся из оценки белкового и липидного обменов, характеризующий общее физиологическое состояние телят в раннем постэмбриональном периоде развития.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнительный анализ и подбор систем мониторинга здоровья КРС / В.В. Кирсанов, Ф.Е. Владимиров, Д.Ю. Павкин и др. // Техника и технологии в животноводстве. — 2019. — №1 (33). — С. 27–31.
2. Helwatkar A., Riordan D., Walsh J. Sensor Technology for Animal Health Monitoring // Proceedings of the 8th International Conference on Sensing Technology, Sep. 2014, Liverpool, UK. — P. 266–271.
3. Смирнов В.П., Копылова С.В. Кровообращение: учебное пособие. — Нижний Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2016. — 253 с.
4. Нога В.И., Савинова А.А. Основные особенности биохимического состава крови крупного рогатого скота // Инновационная наука. — 2021. — № 1. — С. 142–146.
5. Еременко О.Н. Телята — новые способы содержания и кормления: монография. — Краснодар: КубГАУ, 2012. — 104 с.
6. Еременко В.И., Ротмистровская Е.Г., Стебловская С.Ю. Активность щелочной фосфатазы в сыворотке крови у телочек и нетелей разных пород // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. — 2022. — № 1. — С. 89–94.
7. Зеленина О.В., Пузач Л.В. Биохимические показатели сыворотки крови коров в летний период // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. — 2015. — № 9. — С. 8–13.
8. Ерёменко В.И., Морозов К.Г. Содержание общего белка и иммуноглобулинов в крови телят при скармливании им пробиотиков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2016. — № 8. — С. 64–66.
9. Польских С.С. Селекционно-генетические параметры и продуктивные качества скота симментальской породы мясного направления: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: Оренбург, 2013. — 21 с.

© Польских Светлана Валерьевна (future29@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ ПРИ КЛОНИРОВАНИИ IN VITRO ЧЁРНОЙ МАЛИНЫ

**Соловых Наталья Владимировна**

Кандидат биологических наук, ФГБНУ «Федеральный  
научный центр имени И.В. Мичурина»  
natalyasolovykh@yandex.ru

### USE OF ANTIOXIDANTS IN THE IN VITRO CLONING OF BLACK RASPBERRY

**N. Solovykh**

**Summary.** The aim of the study was to study the effect of exogenous antioxidants on clonal micropropagation of black raspberry (*Rubus occidentalis* L.). **Methods.** At different stages of clonal micropropagation, ascorbic acid, reduced glutathione and rutin were added to the nutrient media at concentrations of 0 (control); 0.25; 0.5; 0.75 and 1 mM. At the stage of introduction into culture, the number of viable explants was taken into account, at the stage of multiplication — the multiplication coefficient and the length of shoots, at the rooting stage — the number of rooted plants, the number and length of roots. **Results.** At the stage of introduction into the culture, the addition of ascorbic acid or reduced glutathione to the nutrient media increases the number of viable explants in the Cumberland variety by 64–73.1 %, in the yellow-fruited mutant of Cumberland variety — by 72.2–100 %. At the multiplication stage, these antioxidants made it possible to increase the reproduction rates of black raspberries by an average of 30–35 %. Reduced glutathione increases the average shoot length of black raspberry by 19.8–33.3 %. The optimal concentration of ascorbic acid was 0.75 mM, optimal concentration of reduced glutathione was 0.5 mM. Ascorbic acid and reduced glutathione had no effect on the process of rhizogenesis. The use of rutin in any of the tested concentrations did not demonstrate a stimulating effect on the viability of sterilized explants, the processes of growth, reproduction and rooting of plants *in vitro*. **Conclusions.** The efficiency of clonal micropropagation of black raspberry at the stage of introduction into a sterile culture and at the stage of multiplication can be increased by adding ascorbic acid at a concentration of 0.75 mM or reduced glutathione at a concentration of 0.5 mM to the nutrient media.

**Keywords:** black raspberry, *in vitro*, clonal micropropagation, ascorbic acid, reduced glutathione.

**Аннотация.** Целью исследования являлось изучение действия экзогенных антиоксидантов на клональное микроразмножение чёрной малины (*Rubus occidentalis* L.). **Методы.** В питательные среды на разных этапах микроразмножения вносили аскорбиновую кислоту, глутатион восстановленный и рутин в концентрациях 0 (контроль); 0,25; 0,5; 0,75 и 1 мМ. На этапе введения в культуру учитывали количество жизнеспособных эксплантов, на этапе мультипликации — коэффициент размножения и длину побегов, на этапе укоренения — количество укоренившихся растений, число и длину корней. **Результаты.** На этапе введения в культуру внесение в питательные среды аскорбиновой кислоты или глутатиона восстановленного увеличивает количество жизнеспособных эксплантов у сорта Кумберленд на 64–73,1 %, у желтоплодного мутанта сорта Кумберленд — на 72,2–100 %, соответственно. На этапе мультипликации названные антиоксиданты позволили увеличить коэффициенты размножения у чёрной малины в среднем на 30–35 %. Глутатион восстановленный увеличивает среднюю длину побегов у чёрной малины на 19,8–33,3 %. Оптимальная концентрация аскорбиновой кислоты составила 0,75 мМ, глутатиона восстановленного — 0,5 мМ. Аскорбиновая кислота и глутатион восстановленный не оказали влияния на процесс ризогенеза. Применение рутина ни в одной из испытанных концентраций не продемонстрировало стимулирующего действия на жизнеспособность подвергнутых стерилизации эксплантов, процессы роста, размножения и укоренения растений *in vitro*. **Выводы.** Эффективность клонального микроразмножения чёрной малины на этапе введения в стерильную культуру и на этапе мультипликации может быть увеличена внесением в питательные среды аскорбиновой кислоты в концентрации 0,75 мМ или глутатиона восстановленного в концентрации 0,5 мМ.

**Ключевые слова:** чёрная малина, *in vitro*, клональное микроразмножение, аскорбиновая кислота, глутатион восстановленный.

В последние десятилетия популярность приобретает размножение садовых культур методами биотехнологии. Клонирование растений *in vitro* позволяет получать оздоровленный посадочный материал высших категорий качества. Кроме того, использование данного метода даёт возможность быстро размножить ценные генотипы, полученные путём традиционной селекции или с использованием биотехнологических приёмов [1, 2 и др.].

Клональное размножение растений *in vitro* включает в себя несколько этапов: введение в стерильную культуру, мультипликация, укоренение, адаптация *in vivo*, высадка в открытый грунт и доращивание. Относительно

широко культивируемых малины красной и ежевики для каждого из этих этапов разработаны сравнительно эффективные методики [3–5 и др.].

Однако существуют перспективные, но ещё слабо распространённые не только в промышленном, но и в любительском садоводстве виды рода *Rubus*, например, чёрная малина (*Rubus occidentalis* L.).

Плоды чёрной малины не крупные (1,7–2,4 г), но очень многочисленные. Поэтому по урожайности данная культура не уступает красной малине. По содержанию витаминов С, К, Е, антоцианов, железа, меди, марганца, антиоксидантов и эллаговой кислоты плоды *R. occidentalis*

превосходят плоды *Rubus idaeus* L. Они обладают хорошим вкусом, могут храниться в свежем виде в течение нескольких дней, транспортабельны. *R. occidentalis* достаточно морозостойка, хорошо переносит засушливые периоды, неприхотлива к почвам, устойчива к ряду вредителей и болезней.

Большинство сортов чёрной малины получены в США и Канаде. В России культура распространена меньше, чем красная малина и даже ежевика, что связано, главным образом, с нехваткой посадочного материала.

Чёрная малина не образует корневых отпрысков. В природе она размножается укоренением верхушек. Её можно размножать также горизонтальными отводками, одревесневшими и зелёными черенками. Но такие способы не предполагают массового производства саженцев.

Разработаны методы размножения чёрной малины *in vitro*. Определены пригодные для мультипликации и укоренения минеральный и гормональный составы сред [6–10 и др.]. Однако морфометрические показатели (коэффициент размножения, длина образовавшихся побегов, число корней, их длина) при клонировании чёрной малины уступают таковым у малины красной, а тем более у ежевики. Это может быть обусловлено угнетающим действием кислородных радикалов на физиологические процессы в тканях. Есть данные о повышении эффективности введения в стерильную культуру красной малины и росте у неё коэффициента размножения в первом субкультивировании на среде для мультипликации у при внесении в среды антиоксидантов [11].

Целью настоящего исследования являлось изучение действия антиоксидантов (глутатиона восстановленного, аскорбиновой кислоты и рутина) на процессы введения в стерильную культуру, размножения и укоренения чёрной малины *in vitro*.

#### Материалы и методы исследований

В качестве материала для исследований использовали чёрную малину сорта Кумберленд и желтоплодный мутант названного сорта, полученный в 1975 г. в ЦГЛ им. И.В. Мичурина (в настоящее время СГЦ ВНИИГиСПР — структурное подразделение ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина») и получивший обозначение YFM-75 (yellow-fruit mutant).

Введение в культуру осуществляли в августе — начале сентября апикальными и латеральными почками окончивших рост побегов. Почку промывали проточной водой со стиральным порошком, ополаскивали дистиллированной водой, после чего удаляли кроющиеся чешуи и проводили стерилизацию 0,1 %-м раствором суле-

мы (хлорид ртути) в течение 45 секунд. Затем экспланты вновь дважды ополаскивали проавтоклавированной дистиллированной водой и помещали в пробирки диаметром 21 мм с питательной средой. Использовали среду с минеральным составом по прописи MS [12], содержащую 1/2 макросолей, 20 г/л сахарозы и 0,5 мг/л гибберелловой кислоты (ГК) и 0,1 мг/л 6-бензиламинопурина (6-БАП).

Через 3 недели после введения эксплантов в культуру образовавшиеся побеги пересаживали на среду для размножения. Её состав отличался от среды для введения в культуру более высоким содержанием 6-БАП (0,5 мг/л).

Для укоренения использовали среду с минеральным составом по прописи MS, содержащую 1/2 макросолей, 15 г/л сахарозы и 0,5 мг/л ГК и 0,5 мг/л β-индолил-3-масляной кислоты (ИМК).

На всех этапах клонирования в среды включали антиоксиданты. В разных вариантах опытов использовали аскорбиновую кислоту, глутатион восстановленный и рутин в концентрациях 0 (контроль); 0,25; 0,5; 0,75 и 1 мМ.

Экспланты культивировали при освещённости 2500 Лк, продолжительности светового дня 16 часов и температуре 23±2°C.

На этапе введения учитывали процент стерильных эксплантов и процент жизнеспособных эксплантов от числа стерильных. На этапе мультипликации — коэффициенты размножения и длину образовавшихся побегов через 30 дней после высадки на среду. На этапе укоренения учитывали количество укоренившихся микрочеренков, число и суммарную длину корней на один эксплант через 45 суток с момента высадки на среду для индукции ризогенеза.

В каждом варианте опытов было использовано 6 повторностей по 6 эксплантов в каждой. Математическую обработку данных проводили с использованием статистического пакета программы Microsoft Excel.

#### Результаты и обсуждение

Описанный выше режим стерилизации позволил освободить от грибного и бактериального заражения от 44,4 до 68,3 % эксплантов чёрной малины. Присутствие в средах антиоксидантов, как и следовало ожидать, не повлияло на количество стерильных эксплантов. Однако внесение в среду аскорбиновой кислоты увеличило число эксплантов, образующих побеги у сорта Кумберленд на 64 %, а у YFM-75 — на 72,2 %. Наличие в среде глутатиона восстановленного привело к росту

этого показателя у сорта Кумберленд на 73,1 %, у YFM-75 — вдвое (Таблица). Применение рутина не дало положительного эффекта ни в одном из вариантов опыта.

Для аскорбиновой кислоты оптимальной оказалась концентрация 0,75 мМ, для глутатиона восстановленного 0,50 мМ. В таблице приведены данные вариантов опыта, оказавшихся наиболее эффективными.

Таблица 1.

Влияние оптимальных концентраций антиоксидантов на эффективность введения в стерильную культуру малины чёрной

Сорт	Вариант опыта	Количество стерильных эксплантов, %	Количество жизнеспособных эксплантов после стерилизации, % от числа стерильных
Кумберленд	контроль	58,3±7,1	18,6±6,2
	0,75 мМ аскорбиновой кислоты	63,9±8,0	30,5±1,8
	0,5 мМ глутатиона восстановленного	63,9±5,1	32,2±4,6
Желтоплодный мутант сорта Кумберленд	контроль	44,4±5,6	9,7±4,2
	0,75 мМ аскорбиновой кислоты	42,4±3,5	16,7±7,4
	0,5 мМ глутатиона восстановленного	50±6,1	19,4±5,7

На этапе мультипликации присутствие аскорбиновой кислоты (0,75 мМ) и глутатиона восстановленного (0,5 мМ) в питательных средах увеличило коэффициенты размножения у сорта Кумберленд на 35,0 и 39,9 %, соответственно. У YFM-75 внесение в среду витамина С увеличило коэффициент размножения на 32,2 %, а глутатиона — на 28,7 % (Рис. 1).

Применение глутатиона восстановленного дало существенное увеличение средней длины побегов у сорта Кумберленд на 33,3 %, а у YFM-75 — на 19,8 % (P<0,05). На средах, содержащих 0,75 мМ аскорбиновой кислоты, обе изучаемые формы продемонстрировали не подтверждённую математически тенденцию к увеличению этого показателя (Рис. 2).

Использование рутина на этапе мультипликации не дало стимулирующего эффекта.

На этапе ризогенеза в контроле количество укоренившихся растений сорта Кумберленд составило 74,1±4,3 %, у желтоплодного мутанта этот показатель составил 62,3±7,2 %. Применение антиоксидантов ни в одном из вариантов не позволило повысить процент укоренившихся растений.

Аскорбиновая кислота и глутатион восстановленный на этапе укоренения растений *in vitro* дали незначительное увеличение числа корней и их длины. Только у YFM-75 в варианте с глутатином (0,5 мМ) наблюдается статистически существенное различие с контролем по числу корней. В контроле среднее число корней на один эксплант через 45 суток культивирования составляло 7,4±1,1 шт., в присутствии 0,5 мМ глутатиона восстановленного этот показатель равнялся 9,5±0,8 шт. (P<0,05).

Следует отметить, что в контроле и в вариантах с антиоксидантами по количеству жизнеспособных эксплантов после стерилизации ртутным препаратом и коэффициентам размножения желтоплодный мутант чёрной малины уступает сорту Кумберленд, что вероятно, связано с его генетическими особенностями.

### Заключение

Внесение в питательные среды аскорбиновой кислоты и глутатиона восстановленного позволяет увеличить

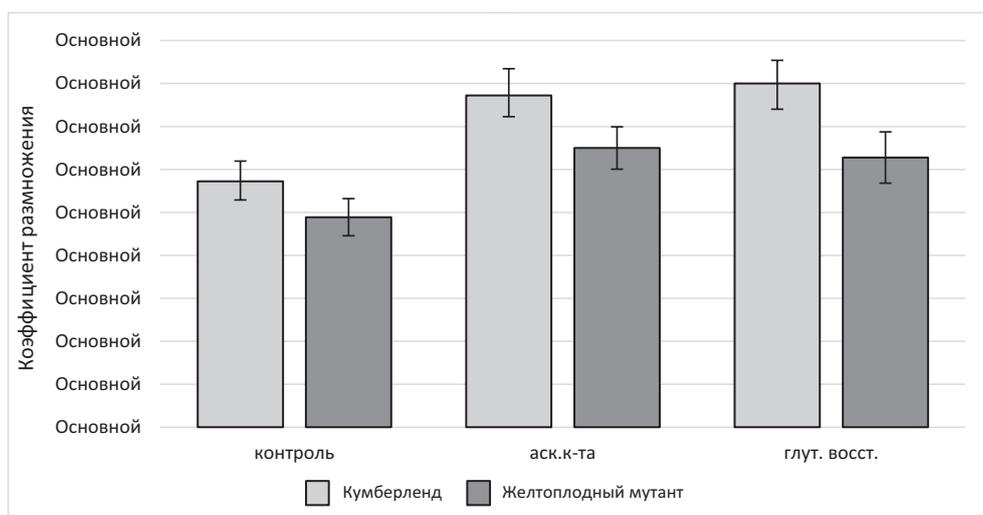


Рис. 1. Влияние антиоксидантов на коэффициенты размножения чёрной малины (30 дней культивирования)

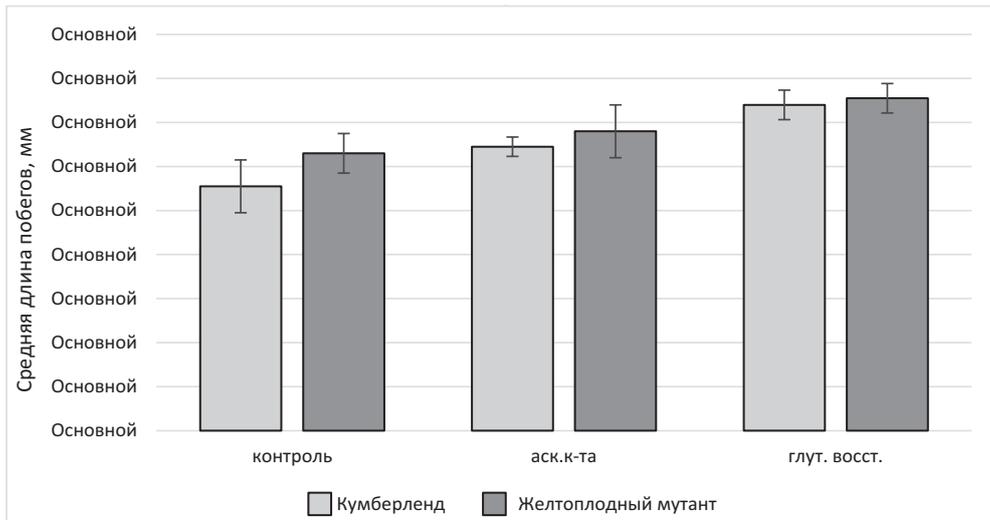


Рис. 2. Влияние антиоксидантов на среднюю длину побегов у чёрной малины (30 дней культивирования)

эффективность введения в культуру и эффективность мультипликации чёрной малины. Оптимальная концентрация аскорбиновой кислоты составляет 0,75 мМ, глутатиона восстановленного — 0,5 мМ.

На этапе введения в культуру внесение в среду аскорбиновой кислоты увеличивает число образующих побеги эксплантов у сорта Кумберленд на 64 %, а у желтоплодного мутанта — на 72,2 %. Внесение в среду глутатиона восстановленного приводит к увеличению этого показателя у сорта Кумберленд на 73,1 %, у желтоплодного мутанта — вдвое ( $P < 0,05$ ).

На этапе мультипликации названные антиоксиданты позволяют увеличить коэффициенты размножения у чёрной малины в среднем на 30–35 %. Использование глутатиона восстановленного дает увеличение средней

длины побегов у сорта Кумберленд на 33,3 %, у желтоплодного мутанта чёрной малины — на 19,8 % ( $P < 0,05$ ). Аскорбиновая кислота позволила получить не подтверждённую математически тенденцию к увеличению этого показателя у обеих форм.

На этапе укоренения в подавляющем большинстве вариантов применение антиоксидантов не дало достоверных различий с контролем ни по количеству укоренённых растений, ни по морфометрическим показателям (числу и длине корней).

Применение рутина ни в одной из испытанных концентраций не продемонстрировало стимулирующего действия на жизнеспособность подвергнутых стерилизации эксплантов, процессы роста, размножения и укоренения растений *in vitro*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкий В.А. Некоторые итоги и перспективы использования методов культуры изолированных тканей и органов в садоводстве // История, современность и перспективы развития садоводства России: Материалы междунар. конф., Москва, 15–17 ноября 2000 г. — М., 2000. С. 163–191.
2. Расторгуев С.Л. Культура изолированных тканей и органов в селекции плодовых растений / С.Л. Расторгуев. Мичуринск-наукоград РФ: Изд. Мичуринского государственного аграрного университета, 2009. 171 с.
3. Джигадло Е.Н., Джигадло М.И., Гольшикина Л.В. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами. Орёл: ГНУ ВНИИСПК. 2005. 51с.
4. Муратова С.А., Шорников Д.Г., Янковская М.Б. Размножение садовых культур *in vitro* // РАСХН, ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина, — Мичуринск-наукоград РФ, ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина: ОАО Тамбовская типография «Пролетарский светоч». 2008. 68 с.
5. Волосевич Н.Н. Малина // Размножение плодовых, ягодных растений, винограда и хмеля в культуре *in vitro* / Н.Н. Волосевич, О.А. Гашенко; под общей редакцией Н.В. Кухарчик. Минск: Колорград, 2021. с 164–193.
6. Anderson W.C. Tissue culture propagation of red and black raspberries, *Rubus idaeus* and *Rubus occidentalis* / W.C. Anderson // Acta Horticulturae. 1980. №112, P. 13–20.
7. Упадышев М.Т., Высоцкий В.А. Размножение ежевики и малины чёрной методом культуры тканей // Садоводство и виноградарство. 1991. №6, С.24–27.
8. Упадышев М.Т. Клональное микроразмножение некоторых нетрадиционных культур рода *Rubus* // Ягодководство в Нечерноземье. — М., 1993. С. 10–18.
9. Соловых Н.В. Оптимизация питательных сред для клонального размножения красной и чёрной малин *in vitro* / Н.В. Соловых // Плодоводство и ягодоводство России, 2014, — Т.ХХХХ. — №1. С. 297–300.
10. Cheong E.J., Jeon A.R., Kang J.W., Mock R., Kinard Q., Li R. *In vitro* elimination of Black raspberry necrosis virus from black raspberry (*Rubus occidentalis*) — Short communication // Hort. Sci. 2014, Vol. 41, No 2, P. 95–99.
11. Соловых Н.В. Влияние антиоксидантов на эффективность введения в культуру *in vitro* красной малины // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. №8–2 (83). С. 17–21.
12. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol.Plant.* 1962. V.15. №13. P.473–497.

© Соловых Наталья Владимировна (natalyasolovykh@yandex.ru)  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI 10.37882/2223-2966.2023.12-2.03

# РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

## DEVELOPMENT OF A MODEL FOR REMOTE CONTROL AND DATA PROTECTION IN INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEMS

**E. Amelyutin  
A. Selin  
A. Zotov**

*Summary.* The article presents the results of the development of a model for remote control and data protection in information and analytical systems based on the Take-Grant model. The review of modern models of remote control and data protection is carried out. Software has been developed based on the proposed model.

*Keywords:* remote control and data protection model, access control, information security.

**Амелютин Евгений Вячеславович**

Доцент, МИРЭА — Российский технологический университет  
amelyutin9@yandex.ru

**Селин Андрей Александрович**

Доцент, МИРЭА — Российский технологический университет  
chuknor@yandex.ru

**Зотов Артём Олегович**

МИРЭА — Российский технологический университет  
lartem890@gmail.com

*Аннотация.* В статье приведены результаты разработки модели удаленного контроля и защиты данных в информационно-аналитических системах, основанной на модели Take-Grant. Проведен обзор современных моделей удаленного контроля и защиты данных. На основе предложенной модели разработано программное обеспечение.

*Ключевые слова:* модель удаленного контроля и защиты данных, управление доступом, информационная безопасность.

В современном мире удаленный контроль доступа играет ключевую роль в обеспечении безопасной и эффективной работы с информационными системами и ресурсами. Он широко используется в организациях, чтобы обеспечить сотрудникам и партнерам доступ к корпоративным ресурсам, а также в сфере информационной безопасности для обеспечения безопасного удаленного доступа к системам и данным.

Удаленный доступ (Remote Access) — это возможность получить доступ к системам и ресурсам из-за пределов их локальной сети или физических местоположений [1–3].

Удаленный контроль доступа (Remote Access Control) — это процесс управления и регулирования доступом к информационным ресурсам, системам или устройствам извне, часто через сети или интернет. Этот процесс позволяет авторизованным пользователям или устройствам получить доступ к нужным ресурсам, даже если они физически находятся в другом месте [4].

Управляющие системы могут вести журнал доступа и мониторинга, фиксируя действия пользователей или устройств, что помогает в обнаружении несанкционированного доступа или аномального поведения.

Контроль доступа часто включает в себя возможность управлять правами доступа и ресурсами удален-

но. Администраторы могут добавлять, изменять или удалять доступ для пользователей и устройств на удаленных ресурсах.

Учитывая потенциальную уязвимость при передаче данных через сети, в удаленном контроле доступа важную роль обеспечивает шифрование (процесс преобразования данных в зашифрованный формат для обеспечения конфиденциальности при передаче через сети), что обеспечивает безопасность данных, передаваемых между удаленными устройствами и ресурсами.

В рамках удаленного контроля доступа важно вести журналирование, то есть запись и хранение информации о действиях пользователей или устройств при доступе к системам [6–7].

Модель Take-Grant — это математическая модель, используемая в компьютерной безопасности и управлении доступом для представления и анализа потока разрешений или привилегий в системе [8]. Модель часто используется для понимания и обоснования политик контроля доступа и безопасности в компьютерных системах.

Take-Grant моделирует систему защиты, состоящую из набора состояний и переходов. Составляется ориентированный граф, который показывает связи между

узлами системы. Узлы представляют субъекты или объекты модели. Направленные ребра между узлами представляют права, которые один узел имеет над связанным узлом.

На рисунке 1 показано графическое представление структуры каталогов.

На рисунке 2 показан граф, на котором P1 и P2 представляют субъектов (возможных пользователей), а D и F представляют объекты, каталоги и файлы. Если субъект/объект имеет возможность чтения (взятия — take) объекта, он может использовать любую из возможностей, которыми обладает данный объект. Аналогично, если субъект/объект имеет возможности записи (предоставления — grant) объекту, он может предоставить этому объекту любую из своих возможностей.

В модели имеется обозначение [8]:

$O$  — множество объектов (файлы, сегменты памяти и т. д.);

$S$  — множество субъектов (пользователи, процессы системы);

$R = \{r_1, r_2, r_3, r_4, \dots, r_n\} \cup \{t, g\}$  — множество прав доступа;

$t$  [take] — право брать «права доступа»;

$g$  [grant] — право давать «права доступа»;

$G = (S, O, E)$  — конечный, помеченный, ориентированный граф без петель;

$x, y$  — объекты, элементы множества  $O$ ;

$s$  — субъекты, элементы множества  $S$ ;

$E \in O \times O \times R$  — дуги графа (состояние системы описывается её графом);

$(x, y)$  — набор прав доступа на ребре от узла  $x$  до узла  $y$ . Если  $r$  является элементом  $(x, y)$ , то узел  $x$  имеет право  $r$  для узла  $y$ .

Рассмотрим правила перехода состояний модели Take-Grant:

1) Правило 1 (взятие — take) (рисунок 2).

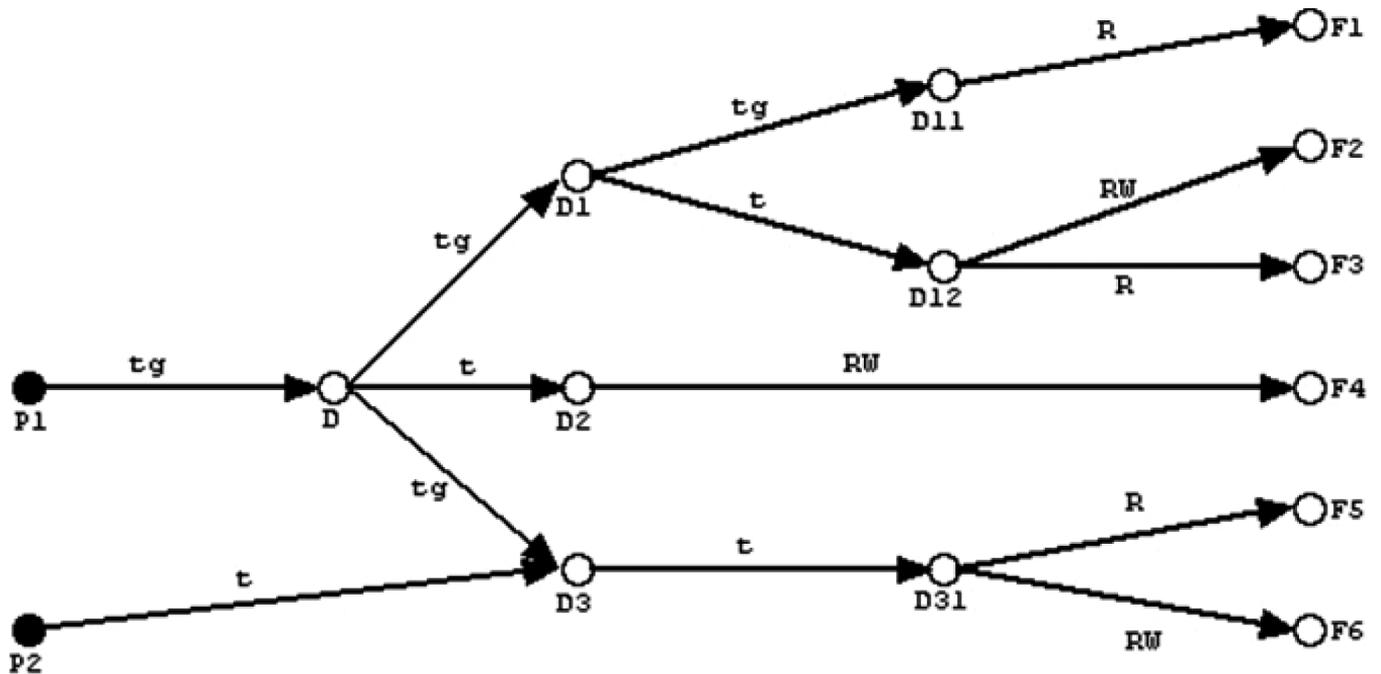


Рис. 1. Пример графического представления структуры каталогов по модели Take-Grant

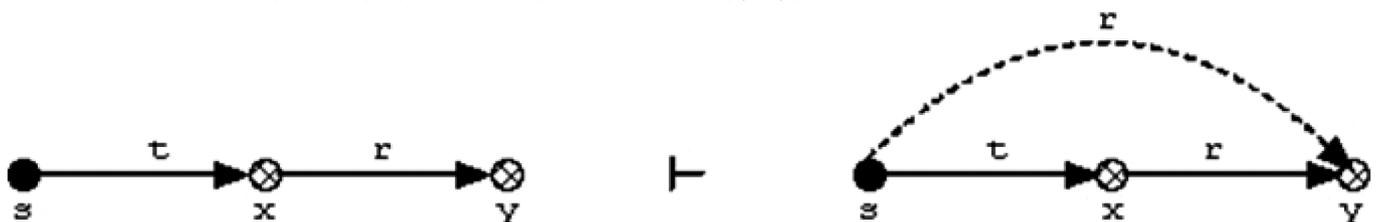


Рис. 2. Правило взятия прав доступа

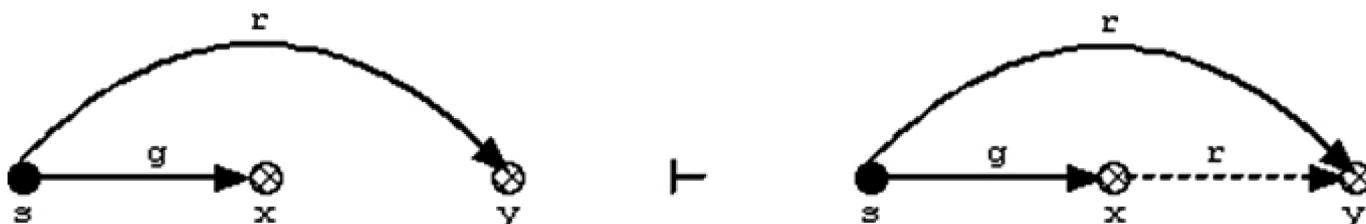


Рис. 3. Правило предоставления прав доступа

Пусть:

- $s$  — субъект;
- $x$  и  $y$  — объекты;
- $t$  — элемент  $(s, x)$ , то есть право взятия объекта  $s$  на  $x$ ;
- $r$  — элемент  $(x, y)$ , то есть право объекта  $x$  на  $y$ .

Если субъект  $s$  хочет получить права  $r$  на объект  $y$ , то он берет их у объекта  $x$ :

$$\text{Брать} = \text{take}(r, x, y, s), r \in R \quad (1)$$

$$s \text{ Take } r \text{ for } y \text{ from } x \quad (2)$$

2) Правило 2 (предоставление — grant) (рисунок 3).

Пусть:

- $s$  — субъект;
- $g$  — элемент  $(s, x)$ , право предоставления субъекта  $s$  на объект  $x$ ;
- $r$  — элемент  $(s, y)$ , право субъекта  $s$  на объект  $y$ .

Если объекту  $x$  нужны права  $r$  на объект  $y$ , то они могут быть ему предоставлены субъектом  $s$ , уже обладающими этими правами:

$$\text{Давать} = \text{grant}(r, x, y, s), r \in R \quad (3)$$

$$s \text{ Grant } r \text{ for } y \text{ to } x \quad (4)$$

3) Правило 3 (создать — create) (рисунок 4).



Рис. 4. Правило создания прав доступа

Если  $s$  — субъект, а  $p$  — набор прав, то команда добавит новый узел  $x$  и установит  $(s, x) = p$ :

$$s \text{ Create } p \text{ for new } \{ \text{subject or object} \} x \quad (5)$$

Узел  $x$  может быть либо субъектом, либо объектом.

4) Правило 4 (удалить — delete) (рисунок 5).

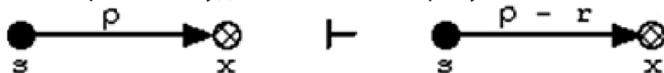


Рис. 5. Правило удаления прав доступа

Если  $s$  — субъект, а  $x$  — узел, то команда удалит право  $r$  из  $(s, x)$ :

$$s \text{ Remove } r \text{ for } x \quad (6)$$

Узел  $x$  может быть либо субъектом, либо объектом.

Модель Take-Grant является полезным инструментом для упрощения и визуализации отношений контроля доступа, что делает ее ценным инструментом для предварительного анализа безопасности [5]. Однако его ограничения включают его простоту, отсутствие контекста реального мира и неспособность учитывать все аспекты безопасности, что делает его менее подходящим для моделирования очень сложных и специфических сценариев управления доступом.

#### Разработка архитектуры модели удаленного контроля и защиты данных

Моделирование системы на языке UML (англ. Unified Modeling Language — унифицированный язык моделирования) позволяет описать проектируемую систему с разных точек зрения. Для этого служит набор различных поведенческих и структурных диаграмм. Поведенческие описывают систему в некоторой динамике действий, а структурные показывают, из каких частей состоит система «Диаграмма прецедентов», которая выделяет действия, выполняемые программой, и связывает их с группами пользователей (рисунок 6).

С системой работает только администратор.

Вначале он должен запустить клиентов на рабочих станциях сотрудников. Для этого он выполняет обязательные (связь include) действия:

- установка клиентов на рабочие станции;
- включение режима прослушивания команд.

Далее для непосредственного контроля и управления правами доступа над файлами, согласно разработанной ранее модели, администратор должен выбрать соответствующую рабочую станцию. Для этого он выполняет такие действия в программе:

- ввод начального и конечного IP адреса для сканирования сети;
- система выполняет автоматическое сканирование сети на наличие активных ПК;

— администратор осуществляет выбор ПК из списка активных.

Далее администратор подключается к нужному ему ПК (удаленно через программу), система автоматически выводит список дисков на устройстве.

После этого можно проводить контроль и управление правами доступа к файлам, который включает такие операции:

- выбор папки;
- загрузка содержимого;
- просмотр прав доступа;
- установка прав доступа.

При этом информационная система информирует администратора о выполняемых операциях в специальном терминале.

На рисунке 7 представлена диаграмма последовательности работы с системой.

В представленной схеме четко задана последовательность операций, и выделены отдельно административная панель и клиентское приложения.

Диаграммы UML позволяют описать одну и ту же проектируемую систему с разных точек зрения, делая упор на роли и действия (диаграмма прецедентов), а также на модули и их взаимодействие посредством команд и ответов (диаграмма последовательностей).

В общем случае система клиент-серверная, потому что имеется одна административная панель и множество рабочих станций сотрудников. На всех ПК установ-

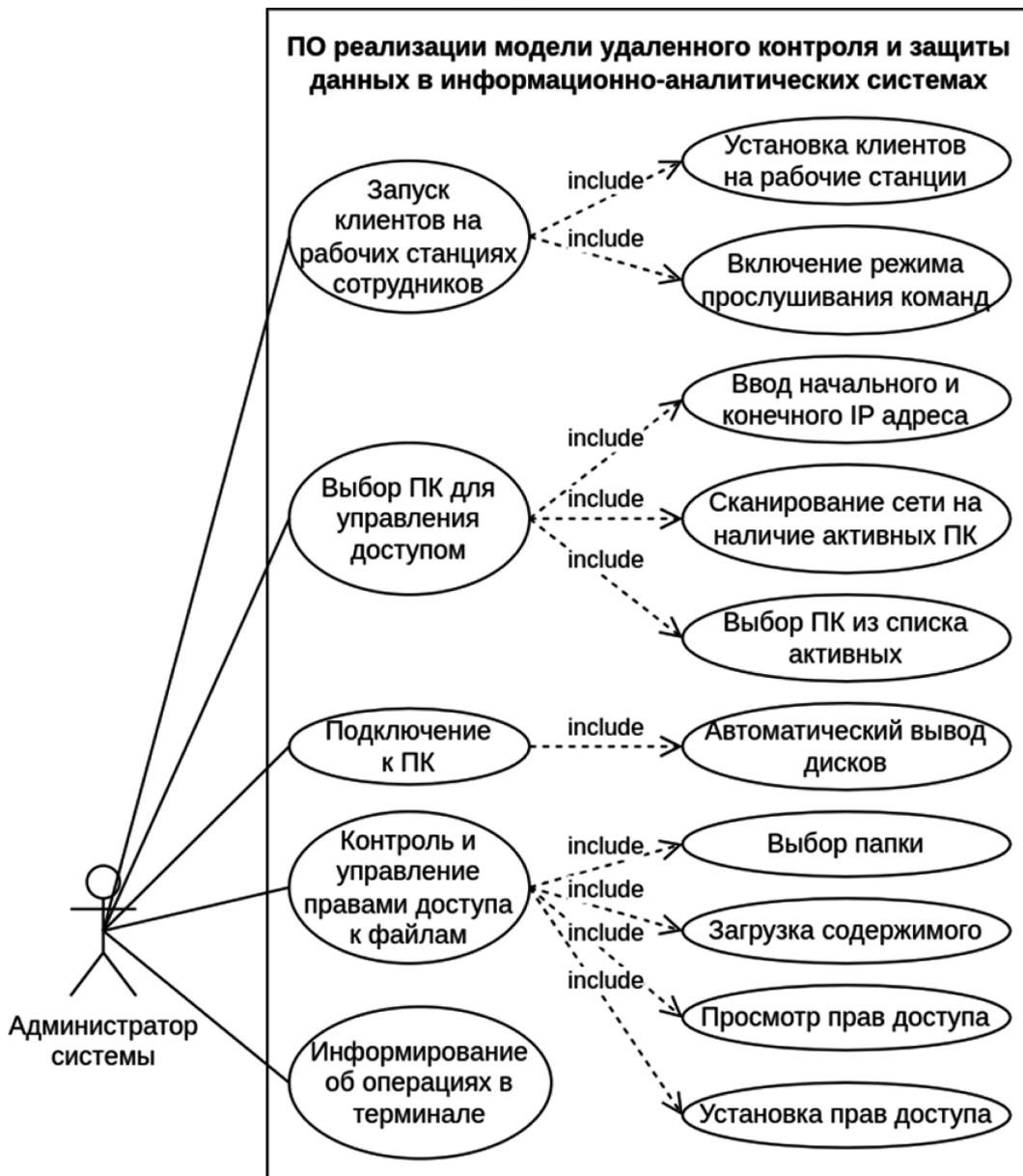


Рис. 6. Диаграмма прецедентов программы

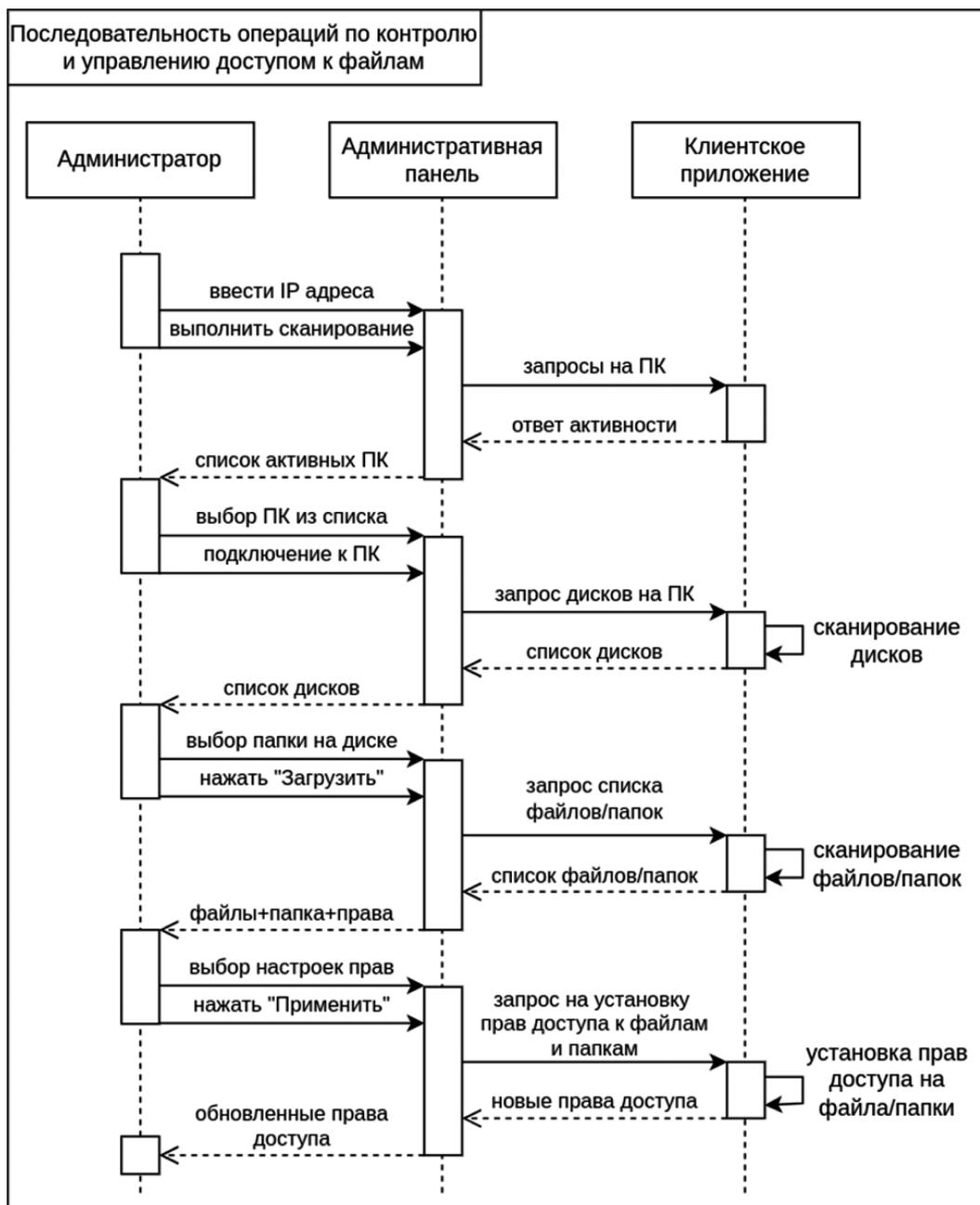


Рис. 7. Структура последовательностей работы с системой

лены ОС Windows, на которых в среде CLR выполняются программы на C#.

Для взаимодействия между административной панелью и клиентскими приложениями используется механизм сокетов.

#### Разработка алгоритмической модели удаленного контроля и защиты данных

Рассмотрим разработанный алгоритм работы функции клиента, которая прослушивает порт на подключение сервера, получает команду и выполняет ее (рисунок 8).

Вначале происходит получение IP-адреса и порта сервера, которые передаются в функцию в качестве параметров. Далее идет создание и запуск объекта TcpListener.

После происходит прослушивание канала в ожидании подключения сервера с целью ожидания подключения ПК администратора.

Если сервер подключен, то выполняет создание нового потока и буфера для приема данных и запускается бесконечный цикл, в котором происходит чтение данных со стороны сервера в буфер.

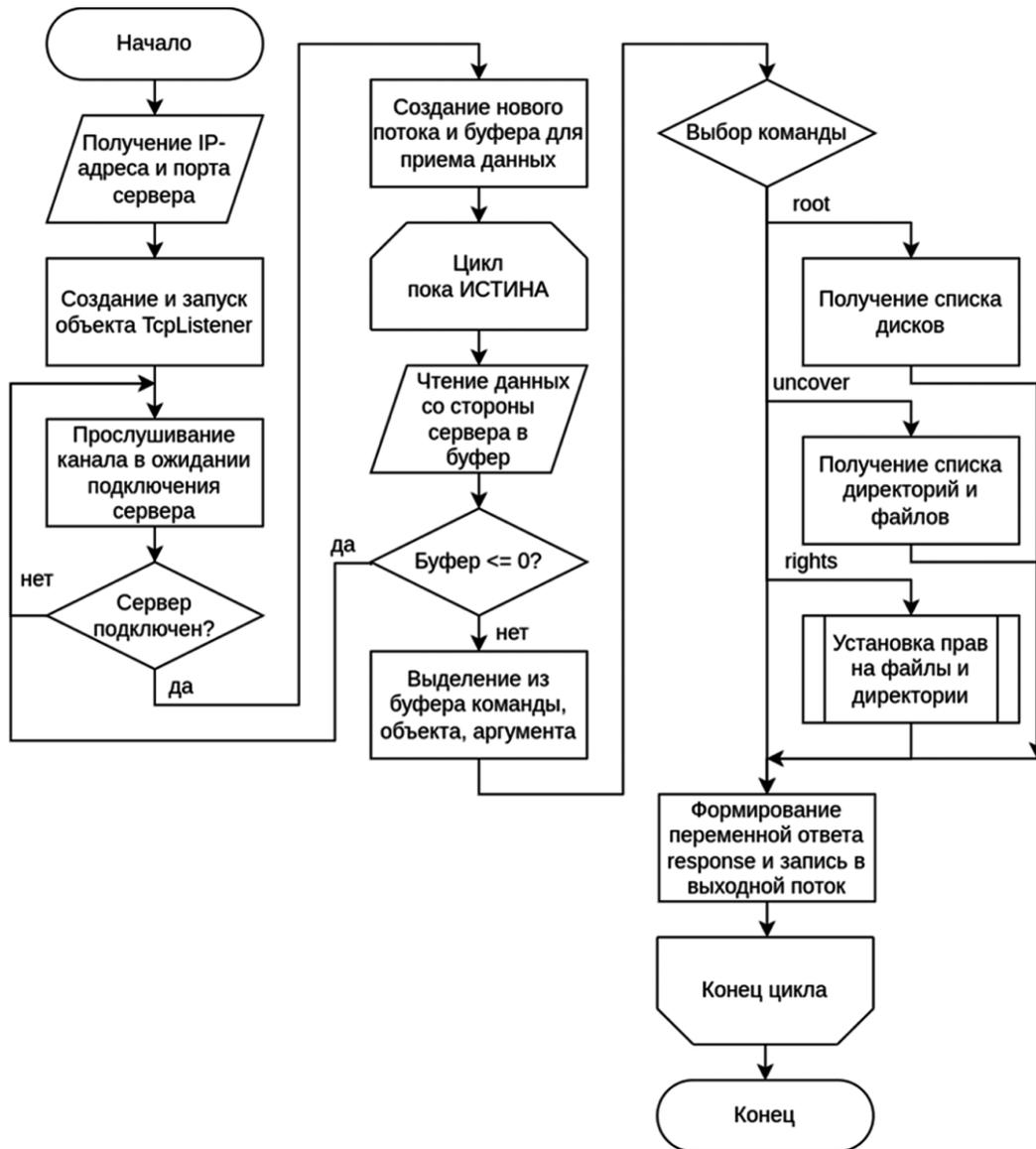


Рис. 8. Блок-схема алгоритма работы клиента

Если буфер пустой, это сигнал отключения сервера, и система переходит к ожиданию нового подключения, в противном случае идет выделение из буфера команды, объекта, аргумента.

Далее в зависимости от команды выполняет одно из трех действий:

- получение списка дисков;
- получение списка директорий и файлов;
- установка прав на файлы и директории.

Результаты должны быть отправлены на сервер, поэтому происходит формирование переменной ответа «response» и запись в выходной поток.

На рисунке 9 представлена блок-схема алгоритма проверки прав доступа на директорию или файл.

Вначале алгоритм получает в качестве параметров путь и права на объект, наличие которых надо проверить.

Далее идет получение атрибутов объекта и установка первоначальных параметров наличия прав доступа в FALSE.

Затем считывается значение списка контроля доступа и заданных объекту правил доступа. Если эти списки пустые, то права доступа не обнаружены у объекта — выход из функции.

Потом запускается цикл по присутствующим у объекта правилам доступа. Если искомое правило найдено, то проверяется, оно типа «Разрешить» или «Запретить».

Итоговые права назначаются как «permission\_allow && !permission\_deny».

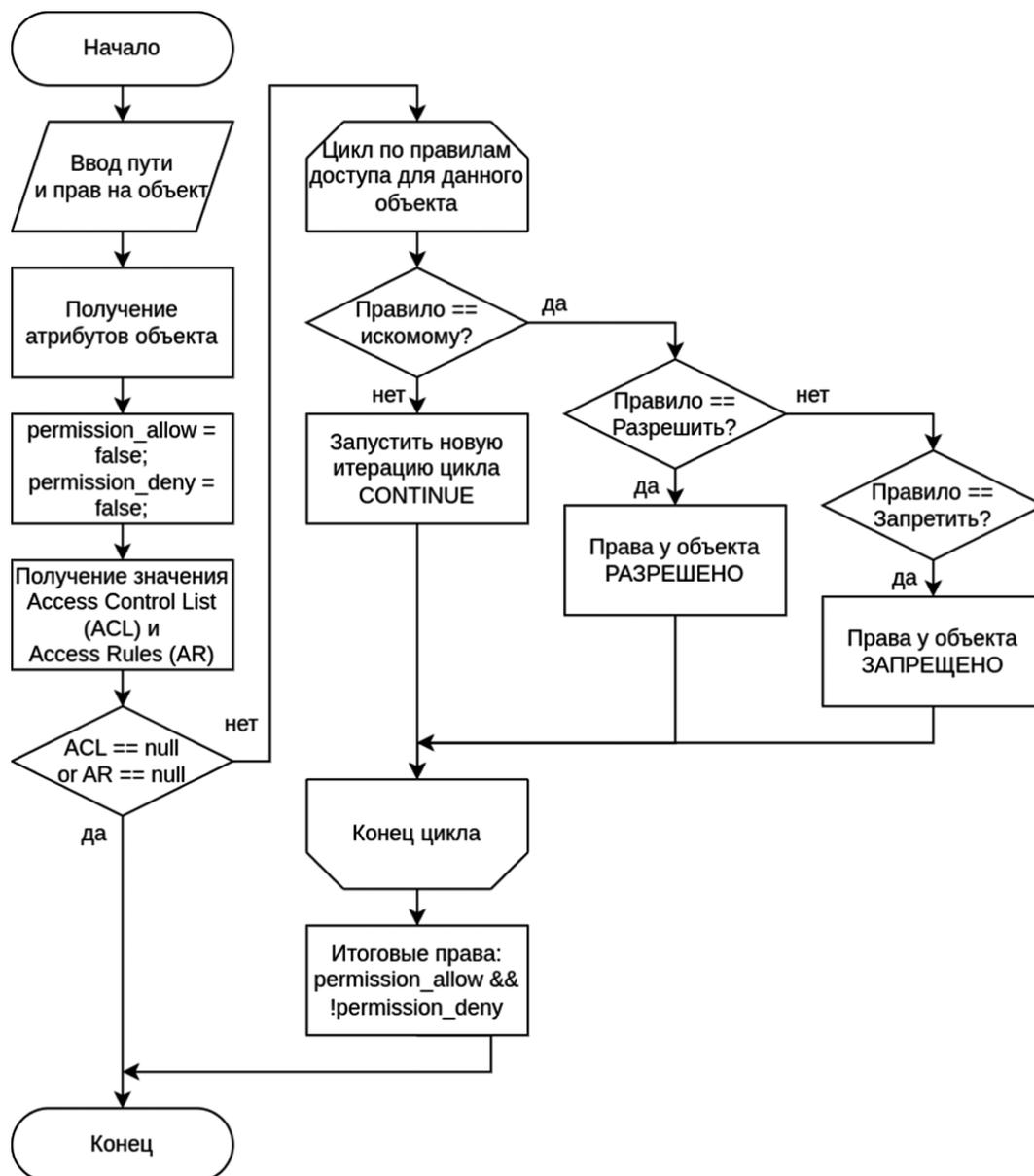


Рис. 9. Блок-схема алгоритма проверки прав доступа на директорию или файл

На рисунке 10 представлена разработанная блок-схема алгоритма функции исполнения команд на клиенте со стороны сервера.

Функция получает IP-адрес клиента, команду, объект и аргумент. Если команда не пустая, то формируется строка запроса для клиента, после чего она кодируется в UTF-8, и ее байтовая последовательность записывается в выходной поток.

После отправки функция ожидает ответа со стороны клиента, инициализирует входной буфер, выполняет чтение данных в него, раскодирование байтовой последовательности в кодировку UTF-8.

Если в данном процессе произошла ошибка, она обрабатывается. В противном случае возвращается прочитанная строка.

### Пример функционирования приложения реализации модели удаленного контроля и защиты данных

Для запуска программы реализации модели удаленного контроля и защиты данных в информационно-аналитических системах требуется на каждой рабочей станции установить клиентские приложения, а затем их запустить. Далее ввести адрес административной панели и порт, а также нажать на кнопку «Начать прослушивание».

Система на стороне рабочей станции перейдет в режим прослушивания подключения административной панели, чтобы была возможность получать от нее и выполнять команды контроля и управления доступом к файлам, находящимся на ПК работника (рисунок 11).

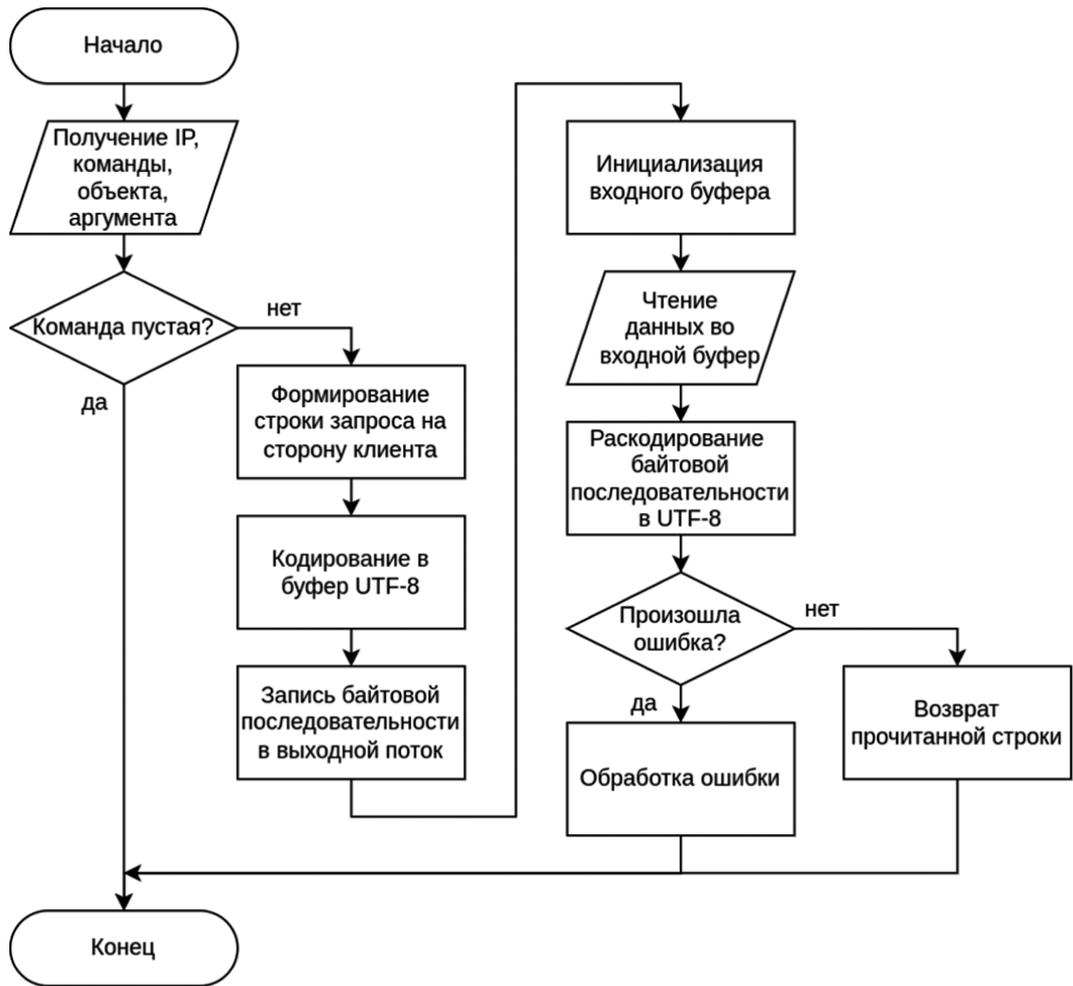


Рис. 10. Блок-схема алгоритма функции исполнения команд на клиенте со стороны сервера

После того, как администратор установил клиентские приложения, в серверной программе надо ввести диапазон адресов для сканирования сети, а затем нажать на кнопку «Выполнить сканирование активных ПК в сети».

Приложение выдаст список активных устройств (рисунок 12). В данном случае это один ПК (тестирование модели велось на одном ноутбуке).

После нажатия на кнопку «Подключиться к ПК» на выделенное в списке устройство будет послана команда вывода дисков, которые отобразятся на административной панели (рисунок 12).

Информирование в терминале. Получение списка дисков удаленного ПК.

Администратор может устанавливать права как на директории, так и на отдельные файлы. Надо выбрать объект в дереве, выставить права на доступ, и нажать на кнопку «Применить». Можно применить право на все вложенные папки и файлы (рисунок 12).

Доступ к файлу запрещается.

На стороне клиента команда будет получена и исполнена (рисунок 13).

После исполнения команды будет перегружен вышестоящий каталог, то есть в данном случае диск Z. Тогда можно будет просмотреть измененные права на файл.

Таким образом, реализованное приложение позволяет администратору удаленно контролировать и управлять доступом к файлам на рабочей станции сотрудника.

### Заключение

Были рассмотрены и проанализированы математические методы для удаленного контроля и защиты данных в информационно-аналитических системах. Разработана алгоритмическая модель удаленного контроля и защиты данных, основанная на модели Take-Grant. Разработано и протестировано приложение удаленного контроля и защиты данных.

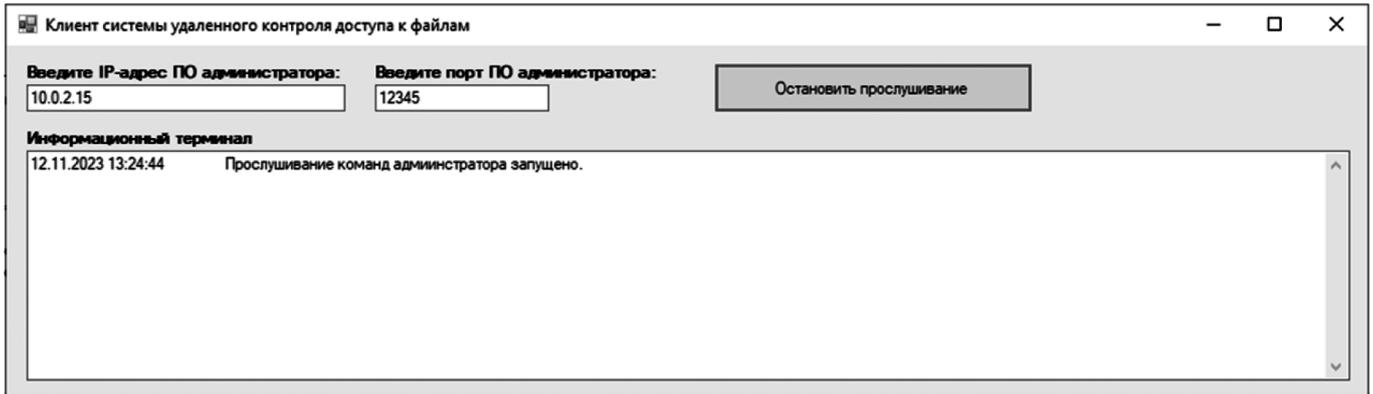


Рис. 11. Приложение на рабочей станции работника. Запуск режима прослушивания

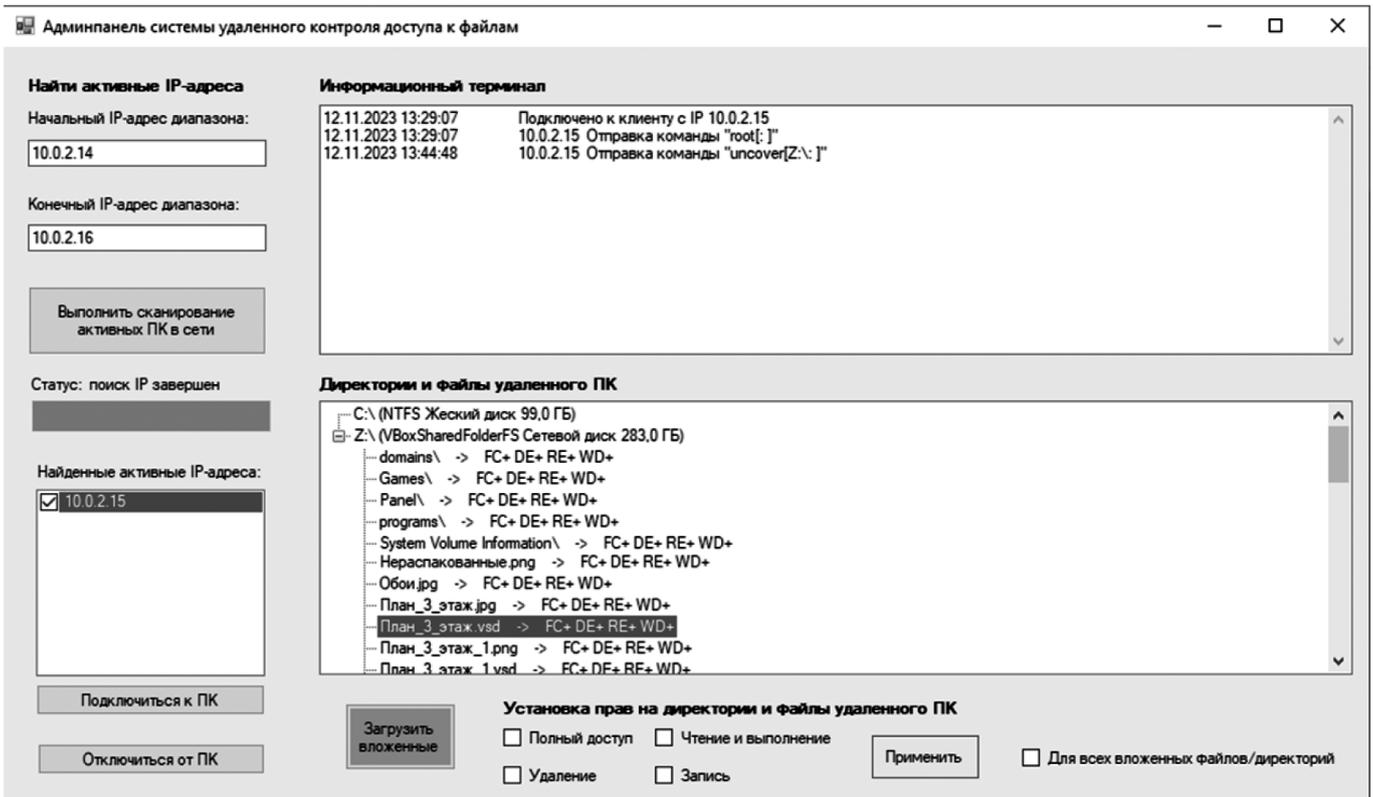


Рис. 12. Применение прав доступа к файлу

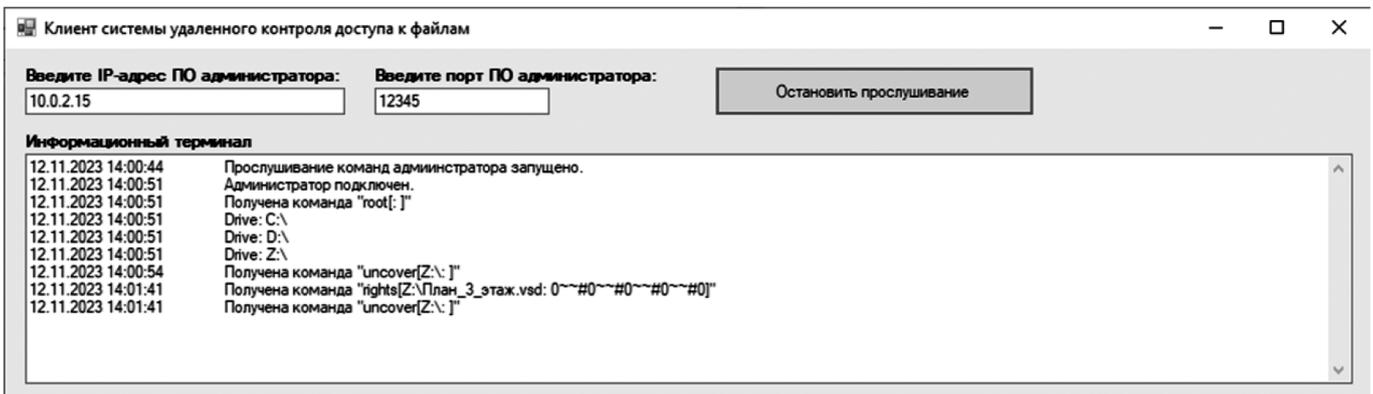


Рис. 13. Исполнение команды на стороне клиента

---

ЛИТЕРАТУРА

1. Балабанов Д.В. Управление доступом в корпоративных информационных системах. — Эксмо, 2007. — 208 страниц.
2. Деннинг, Дороти Э., «Криптография и безопасность данных», Addison-Wesley, Inc., Ридинг, Массачусетс, стр. 248–257, 1982.
3. Зухов А.С., Шорин А.В. Управление доступом и информационная безопасность в корпоративных информационных системах. — БХВ-Петербург, 2010. — 304 стр.
4. Левин М.А., Павленко Т.В. Управление доступом к информационным ресурсам предприятия. — КНОРУС, 2011. — 176 стр.
5. Леонтьев А.Ю. Администрирование и управление доступом в информационных системах. — Лань, 2016. — 312 стр.
6. Хусейнов Э.Н. Управление доступом к данным в корпоративных информационных системах. — Издательство НИУ ВШЭ, 2007. — 162 стр.
7. Яковлев В.С. Управление доступом к базам данных. — КНОРУС, 2015. — 240 стр.
8. Lipton R.J., Snyder L. A linear time algorithm for deciding subject security // Journal of ACM (Addison-Wesley). N.3. 1977. P.455–464

---

© Амелютин Евгений Вячеславович (amelyutin9@yandex.ru); Селин Андрей Александрович (chuknor@yandex.ru);  
Зотов Артём Олегович (artem890@gmail.com)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИМЕНОВАНИЕ КЛАСТЕРОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА КОРПУСЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ

## NAMING CLUSTERS BUILT ON A CORPUS OF NATURAL LANGUAGES

**L. Bilgaeva  
Yu. Dmitriev**

*Summary.* The article conducted research on the use of the LDA method to solve the problem of thematic modeling of citizens' appeals to the social fund of Russia and the naming of clusters obtained as a result of modeling using ChatGPT artificial intelligence.

*Keywords:* topic modeling, Latent Dirichlet allocation, LDA, naming clusters.

**Бильгаева Людмила Пурбоевна**

Доцент, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский  
государственный университет  
технологий и управления»  
bilgaeval@mail.ru

**Дмитриев Юрий Александрович**

Магистрант, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский  
государственный университет  
технологий и управления»  
dya@sibdigital.net

*Аннотация.* В статье проведены исследования по применению метода LDA для решения задачи тематического моделирования обращений граждан в социальный фонд России и именованию полученных в результате моделирования кластеров с использованием искусственного интеллекта ChatGPT.

*Ключевые слова:* тематическое моделирование, латентное размещение Дирихле, LDA, именование кластеров.

### Введение

В современном информационном пространстве, где объем текстовых данных постоянно растет, задача эффективной организации и анализа этой информации становится ключевой. Тематическое моделирование, как мощный инструмент анализа текста, имеет широкий спектр практических применений. Этот процесс позволяет структурировать и классифицировать текстовые данные на основе их содержания, путем присвоения текстам тематических меток [1].

Тематическое моделирование обеспечивает структурирование и классификацию текстовых данных в виде тем или кластеров. Однако для полного понимания и использования этих кластеров необходимо их явное и информативное именование. Именование кластеров придает им смысл и помогает пользователям понимать, о чем эти кластеры, делая их более интерпретируемыми [2].

Решение задачи именовании кластеров предлагается на кластерах, построенных на корпусе естественно-языковых текстов. В связи с этим были рассмотрены такие методы, как латентно-семантический анализ, латентное размещение Дирихле, кластеризация суффиксного дерева [2, 3].

Для анализа рассмотренных методов были определены критерии, представляющие интерес при построении кластеров: высокое быстродействие, выявление скрытой семантики, пересекаемость кластеров, наглядность результата (Табл. 1).

Таблица 1.

Методы кластеризации текста и критерии их оценки

N	Методы	Критерии			
		Высокое быстродействие	Выявление скрытой семантики	Пересекаемость кластеров	Наглядность результата
1	Латентно-семантический анализ (LSA)	–	+	–	+ –
2	Латентное размещение Дирихле (LDA)	+ –	+	+	+
3	Кластеризация суффиксного дерева (STC)	+	–	+	+

Из таблицы видно, что наиболее подходящим методом для решения поставленной задачи тематического моделирования является метод латентного размещения Дирихле, имеющий наиболее приемлемые критерии. Этот метод основан на вероятностной модели, которая позволяет выделять темы и их распределение в текстовых данных, при этом обеспечивается надежность и стабильность результатов. Важно отметить, что интерпретируемость LDA — одно из его сильных преимуществ. Этот метод позволяет создавать интерпретируемые темы, представленные ключевыми словами, что делает их более доступными для человеческого понимания. Бо-

лее того, LDA может обнаруживать новые темы, которые ранее не были известны.

В данной статье представлены результаты применения метода LDA для тематического моделирования обращений граждан в социальный фонд России (СФР) и именовании полученных в результате моделирования кластеров. Для решения данной задачи использовались данные, представляющие 6399 обращений граждан в социальный фонд России за две недели 2019 года, что составляет 692103 слов.

### Метод LDA

Метод латентного размещения Дирихле (Latent Dirichlet Allocation, LDA) — это статистический метод, который на основе байесовской вероятности позволяет обнаруживать скрытые (латентные) темы из коллекции документов. Основная идея LDA состоит в том, что каждый документ в коллекции представляет собой случайный набор различных тем, которые в свою очередь являются распределением по словам [2]. В модели LDA каждая скрытая тема представляется как вероятностное распределение по словам, а распределение слов в темах имеет распределение Дирихле.

В корпусе  $D$  из  $M$  документов, где каждый документ  $d$  состоит из  $N_d$  термов ( $d \in \{1, \dots, M\}$ ), а  $Q$  — количество различных термов во всем корпусе документов, предполагает следующий процесс генерации [4].

1. Выбирается полиномиальное распределение  $\phi_i$  топика  $t_i$  ( $t_i \in \{1, \dots, T\}$ ) с гиперпараметром  $\beta$

$$\phi_i \sim \text{Dir}(\beta) \quad (\phi_i \in \Delta_Q)$$

2. Выбирается полиномиальное распределение  $\theta_j$  для топика  $d_j$  ( $d_j \in \{1, \dots, M\}$ ) с гиперпараметром  $\alpha$

$$\theta_j \sim \text{Dir}(\alpha) \quad (\theta_j \in \Delta_M)$$

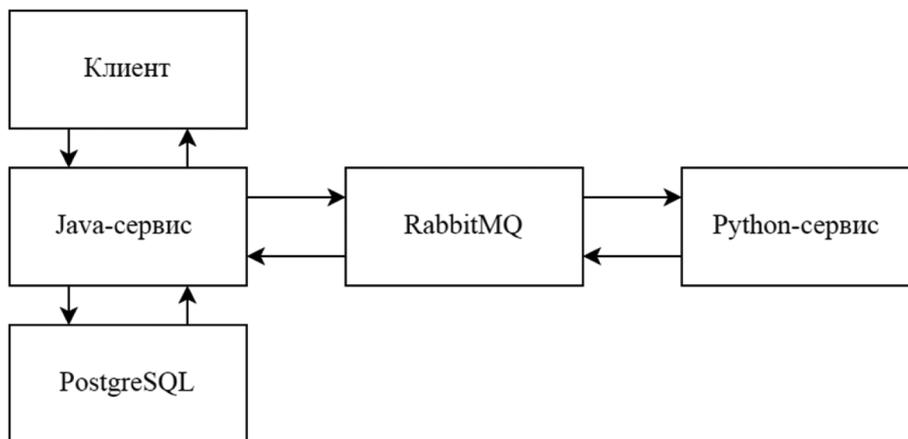


Рис. 1. Архитектура программного обеспечения

3. Для каждого терма  $\omega_n$  ( $n \in \{1, \dots, N_d\}$ ) в документе  $d_j$ :

— выбрать топик  $z_n$  из  $\theta_j$

$$z_n \sim \text{Mult}(\theta_j) \quad (z_n \in T)$$

— выбрать слово  $\omega_n$  из  $\phi_{z_n}$

$$\omega_n \sim \text{Mult}(\phi_{z_n}) \quad (\omega_n \in W)$$

В процессе генерации, слова в документе являются наблюдаемыми переменными, в то время как  $\alpha \in \mathbb{R}^M$  и  $\beta \in \mathbb{R}^Q$  являются гиперпараметрами, отвечающими за выраженность топиков в документах и определяющими разреженность векторов, описывающих распределение слов в топике соответственно, а  $\phi$  и  $\theta$  — скрытыми переменными.

### Архитектура программного обеспечения

Для решения задачи тематического моделирования была разработана программа с использованием библиотеки Gensim, которая представляет собой микросервисную архитектуру (рис. 1).

В состав программы входит база данных PostgreSQL, Java-сервис, Python-сервис, являющийся модулем тематического моделирования, брокер сообщений RabbitMQ.

База данных содержит обращения пользователей, список стоп-слов, параметры тематического моделирования и результаты выполнения тематического моделирования.

Java-сервис включает следующие функции: авторизация; валидация входных данных; выбор периода обращений для выполнения тематического моделирования; настройка параметров для генерации модели LDA; настройка параметров запроса ChatGPT; настройка предварительной обработки слов; обновление словаря стоп-слов; историческое отображение предыдущих результатов тематического моделирования.

Python-сервис состоит из функций тематического моделирования и запросов к ChatGPT.

С помощью брокера сообщений RabbitMQ осуществляется связь между Java-сервисом и Python-сервисом.

### Предварительная обработка текста

При работе с данными из СФР, транскрибированные записи обращений граждан и ответы операторов хранятся в разных столбцах базы данных. Первоначальная попытка объединения этих текстов для создания датасета привела к увеличению его объема почти вдвое, достигнув 1433140 слов. Однако увеличение размера датасета повлекло за собой низкую оценку согласованности модели LDA. Эта оценка позволяет оценить, насколько хорошо модель LDA разделяет тексты на различные темы и насколько интерпретируемыми и согласованными оказываются эти темы.

При визуальном анализе ключевых слов в сформированных кластерах было замечено, что появляются часто повторяющиеся шаблонные слова оператора, которые лишены информационной ценности и представляют собой информационный шум. Для решения этой проблемы можно рассмотреть возможность расширения списка стоп-слов, чтобы включить в него эти часто встречающиеся слова. Однако такой список может стать слишком объемным. Кроме того, при анализе самих обращений становится ясно, что по ответам операторов довольно трудно определить, с какой конкретной проблемой обратились граждане. Поэтому было решено исключить тексты операторов из датасета, что привело к увеличению оценки согласованности, существенному снижению нагрузки на вычислительные ресурсы и улучшению качества формирования кластеров и ключевых слов.

Тем не менее, даже после этого сокращения датасет остается подверженным шумам, и поэтому требуется тщательная предобработка текстов для эффективного построения модели LDA.

Предварительная обработка служит для улучшения качества анализа текста и важна по следующим причинам.

1. Очистка и структурирование текста позволяет создать более качественную тематическую модель. Это связано с тем, что модель LDA опирается на статистику слов и их взаимосвязей, поэтому чистые и информативные тексты дают более точные результаты.
2. Предварительная обработка уменьшает размерность текстовых данных. Удаление стоп-слов, лемматизация и фильтрация редких слов сокращают количество уникальных слов, с которыми модель должна работать. Это ускоряет процесс и снижает потребление вычислительных ресурсов.

3. Очищенные тексты исключают ненужные шумы и делают тематические модели более интерпретируемыми. Темы и кластеры становятся более четкими и понятными для людей.
4. Построение биграмм и триграмм позволяет учесть контекст и связи между словами. Это особенно важно для анализа текстов, где слова часто встречаются в определенных фразах или сочетаниях.
5. Модель LDA может обрабатывать качественные и чистые данные более эффективно, что позволяет быстрее обучать модель и получать результаты анализа.

Таким образом, предварительная обработка текстовых данных играет решающую роль в тематическом моделировании. Она помогает создать качественные и интерпретируемые модели, делает результаты более точными и понятными, а также повышает эффективность анализа текстовых данных. К основным этапам предварительной обработки данных относятся такие этапы, как очистка слов, лемматизация, токенизация, фильтрация.

### Очистка слов

Этап очистки слов включает в себя два важных шага:

- удаление знаков препинания и цифр;
- приведение к нижнему регистру.

Следует отметить, что для транскрибированных текстов этап очистки является излишним, однако этап очистки важен для текстовых данных из электронных писем, чат-ботов и других источников, которые могут содержать знаки препинания и цифры. Поэтому включение этого функционала делает алгоритм более универсальным и готовым к разнообразным источникам данных.

### Лемматизация

Этап лемматизации текста предполагает приведение слов к начальной форме. Лемматизация сохраняет семантическую точность слов и обеспечивает более читаемые и понятные ключевые слова кластеров, что важно при анализе и интерпретации данных.

Для лемматизации текста были рассмотрены две библиотеки: PyMorphy 2 и PyMystem 3. Был выполнен сравнительный анализ использования этих библиотек по быстройдействию, который представлен на рисунке 2.

Как видно из диаграммы, несмотря на заявленную точность, библиотека PyMorphy 2 работает медленнее, чем PyMystem 3 почти в 12 раз на одном и том же датасете. Учитывая, что объемы данных могут быть значительно больше, предпочтение отдается PyMystem 3 как более эффективной и быстрой библиотеке.

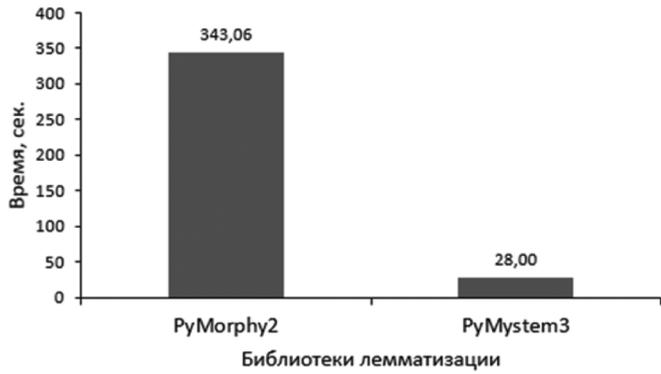


Рис. 2. Лемматизация текста

### Фильтрация

Процесс фильтрации включает удаление слов и текстов. Фильтрация начинается с вычисления частоты встречаемости слов в текстах и общего количества слов. Это позволяет определить, какие слова более распространены в текстовом корпусе, а какие менее. Затем применяются условия фильтрации, которые позволяют определить, какие слова следует оставить, а какие удалить.

В процессе проведенных экспериментов было определено, какие критерии фильтрации важно учитывать.

1. Редко встречаемые слова. В процессе проведенных экспериментов был установлен порог встречаемости слова, который составляет 0,0001. Это означает, что для рассматриваемого датасета из 692103 слов, слово должно встретиться более 70 раз.
2. Короткие слова. В результате анализа текстов выявлено, что слова, имеющие менее 2 букв, чаще всего являются неинформативными и подлежат удалению.
3. Стоп-слова. Удаление стоп-слов не только общепринятое, но и относящихся к предметной обла-

сти, позволяет упростить текст, сосредоточив внимание на существенных и информативных частях.

4. Короткие тексты. Было решено оставлять только те тексты, которые содержат не менее четырех слов.

В процессе фильтрации текстовых данных количество обращений сократилось с 6399 до 5849. Одновременно сократилось и количество токенов (слов) в корпусе с 692103 до 90199.

### Биграммы, триграммы

Биграммы и триграммы представляют собой последовательности из двух или трех слов, которые часто встречаются в текстах и тесно связаны друг с другом. Например, такие выражения как «материнский капитал» или «почта банк» являются примерами биграмм и триграмм. Подобные комбинации слов могут содержать важную семантическую информацию и отражать тематические связи между словами.

### Тематическое моделирование на основе библиотеки Gensim

Метод LDA является статистическим методом тематического моделирования текстов. Он позволяет выявлять скрытые темы в наборе текстов. Однако одним из ограничений LDA является необходимость предварительного задания количества тем, на которые будет разделено множество текстов. В реальности сложно точно определить, сколько тем существует в текстах. Поэтому в данной работе предлагается методика выбора оптимального числа тем из заданного диапазона. Для этого проводится анализ нескольких вариантов LDA-моделей с различным количеством тем в заданном диапазоне. Для каждой из этих моделей вычисляются две важные метрики: согласованность, перплексия.

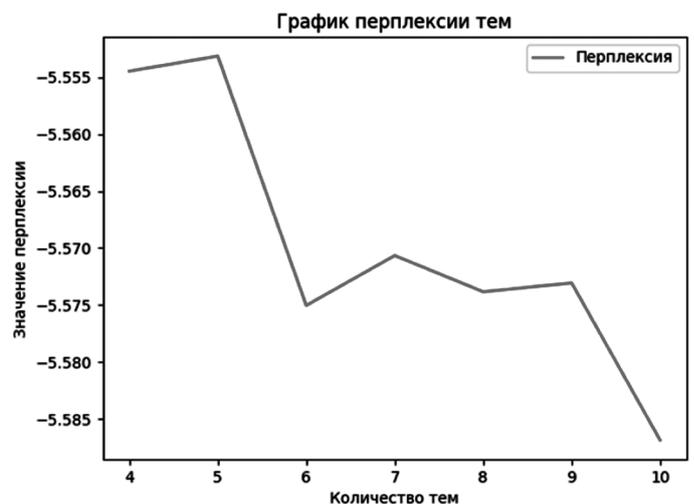
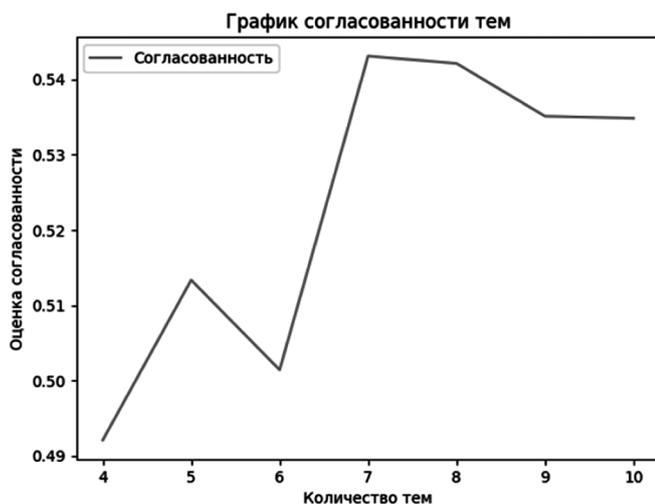


Рис. 3. Графики оценок LDA-моделей

Согласованность — это метрика, которая оценивает, насколько слова в одной и той же теме связаны между собой. Более согласованные темы имеют более логичный и понятный набор ключевых слов.

Перплексия представляет собой меру того, насколько хорошо модель предсказывает наблюдаемые данные. Более низкое значение перплексии свидетельствует о более качественной модели.

Выбор оптимальной модели LDA осуществляется на основе взвешенной оценки этих двух метрик. В данном случае, взвешенная оценка согласованности и перплексии вычисляется с коэффициентами, где согласованность имеет более высокий вес, чем перплексия. Такой подход помогает выбрать модель, которая обеспечивает наилучший баланс между пониманием тем и качеством прогнозирования. Для данного датасета оптимальным выбором является использование модели с 7-ю темами, как показано на графиках оценок LDA-моделей (рис. 3).

Анализ графиков показывает, согласованность имеет максимальное значение для модели, имеющей семь тем. А перплексия имеет минимальное значение для модели с 10-ю темами. Поскольку используется взвешенная оценка с коэффициентом для оценки согласованности 0,95, а для перплексии — 0,05, то оптимальное количество тем равно семи. Таким образом, оптимальная LDA-модель сформировала семь кластеров, как показано на рисунке 4.

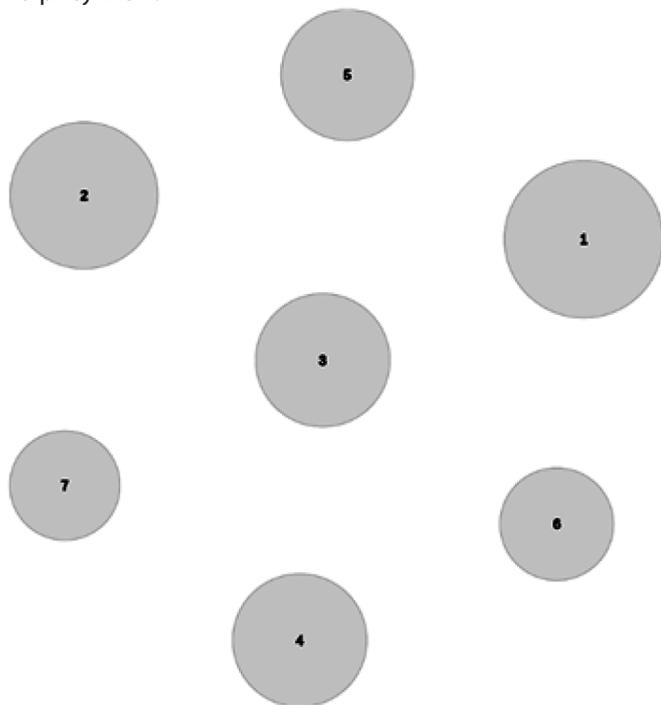


Рис. 4. Кластеры оптимальной LDA-модели

После выбора оптимальной LDA-модели, формируются темы (кластеры), каждая из которых связана с опре-

деленным набором ключевых слов. Эти ключевые слова представляют собой самые значимые и характерные термины для каждой темы. На основе этих ключевых слов можно проводить анализ содержания текстовых данных и понимать, о чем конкретно каждая тема. Например, кластер 3 содержит ключевые слова, представленные на рисунке 5.

Анализ ключевых слов кластера 3 позволяет определить то, что тексты этого кластера относятся к теме «Материнский капитал». Из всех возможных ключевых слов было выбрано первые десять ключевых слов, которые позволяют определить тему кластера, представляющие наибольшую вероятность принадлежности к данному кластеру.

#### Именованние кластеров

Однако задача не ограничивается только выявлением ключевых слов и тем. Конечной целью является поиск названия темы. Для этого сначала была предпринята попытка использования гиперонимов, т.е. более общих понятий для ключевых слов, чтобы найти общий термин, описывающий тему [1]. Однако такой подход оказался неэффективным, так как гиперонимы для ключевых слов часто сильно различались, и не удавалось найти общий и однозначный термин.

В дальнейшем для анализа ключевых слов и именования тем было решено использовать искусственный интеллект ChatGPT, который показал хорошие результаты, но не всегда стабильные. ChatGPT часто предоставляет правильные и информативные названия для тем, основанные на ключевых словах. Результаты вычислительного эксперимента, которые позволили выделить семь кластеров и дать им имена, представлены в таблице 2.

Таким образом, совмещение ключевых слов и анализа ChatGPT позволяет более глубоко и точно интерпретировать темы, выявленные в данных, что важно для дальнейшего анализа и принятия решений на основе результатов тематического моделирования.

#### Заключение

Результаты исследований показывают, что тематическое моделирование можно использовать в качестве инструмента для анализа и классификации разговоров граждан по интересующим вопросам при их обращении в социальный фонд России. После транскрибации и записи этих разговоров в базу данных тематическое моделирование помогает не только выявить новые темы обращений или отнести их к уже имеющимся, но и определить ключевые темы и тем самым упростить анализ данных. Более того результаты моделирования позволяют классифицировать обращения граждан посредством

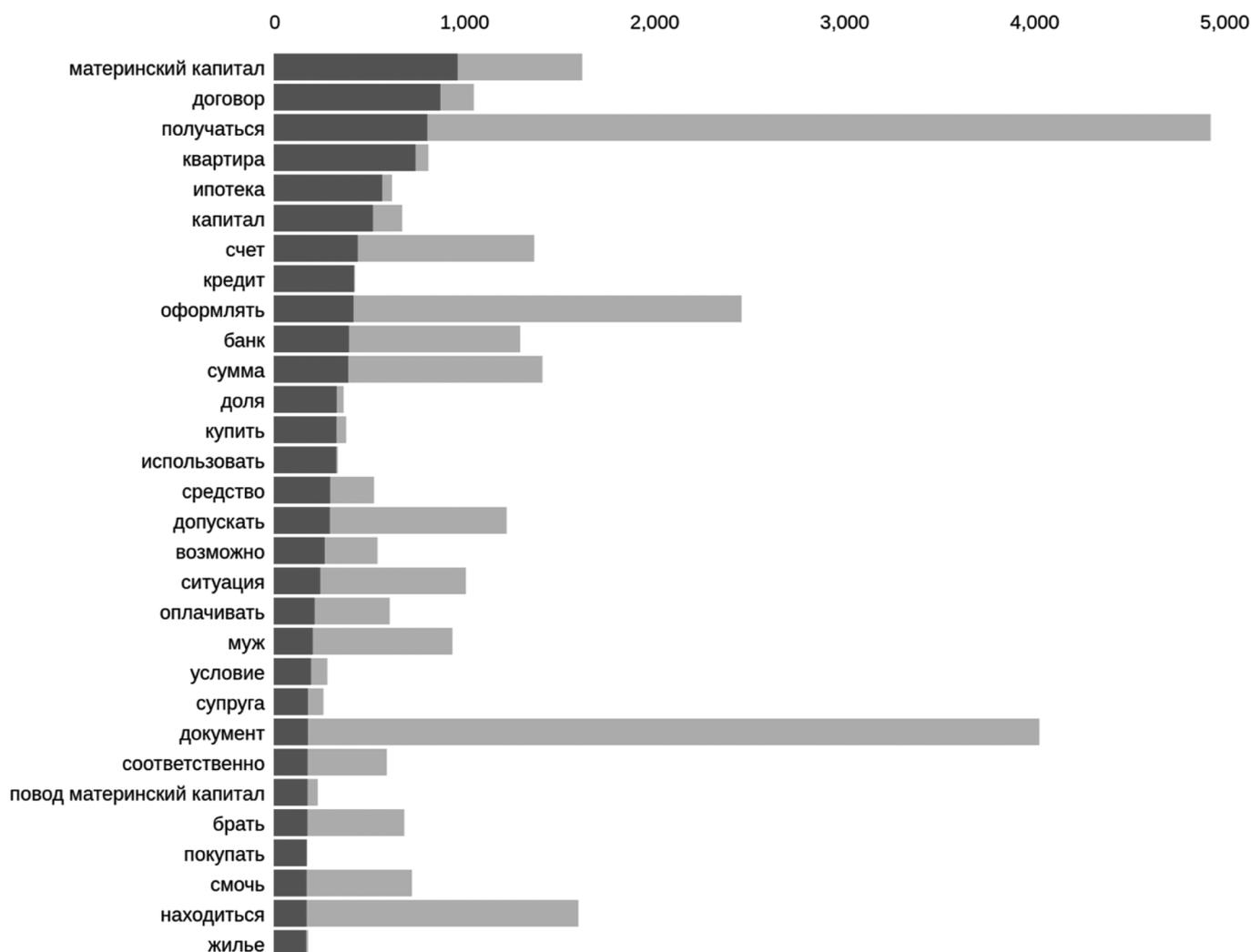


Рис. 5. Ключевые слова кластера 3

Таблица 2.

Результаты именования кластеров методом LDA

Номер кластера	Процент от общего числа тем	Количество текстов	Ключевые слова	Название
1	18,24	1067	пенсия, получать, получаться, выплата, пенсионер, рубль, сумма, оформлять, социальный, доплата	Социальные доплаты
2	8,24	482	стаж, входить, пенсия, получаться, справка, работодатель, общий, страховой, трудовой книжка, организация	Стаж и трудовая деятельность
3	8,39	491	материнский капитал, договор, получаться, квартира, ипотека, капитал, счет, кредит, оформлять, банк	Материнский капитал и ипотека
4	16,96	992	пенсия, получать, переводить, карта, сбербанк, карточка, банк, почта банк, перечислять, почта	Пенсионные выплаты
5	13,92	814	получать, документ, справка, паспорт, оформлять, прописка, прописывать, регистрация, материнский капитал, предоставлять	Оформление документов
6	14,89	871	пенсия, получать, получаться, инвалидность, информация, выходить, пенсионер, уходить, отвечать, возраст	Информация о пенсии
7	19,35	1132	заявление, сайт, подавать, документ, написать, госуслуга, личный кабинет, находить, информация, данные	Подача заявлений и получение информации

именования получаемых кластеров. Это позволяет анализировать данные обращений граждан за определенный период времени более эффективно и систематически анализировать данные обращений граждан за определенный период времени.

---

ЛИТЕРАТУРА

1. Tammishetti Vishnu, Konda Himakireeti. Automated Text Clustering and Labeling using Hypernyms. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 14, Number 2 (2019) pp. 447–451. [электронный ресурс]. — Режим доступа: — [https://www.ripublication.com/ijaer19/ijaerv14n2\\_16.pdf](https://www.ripublication.com/ijaer19/ijaerv14n2_16.pdf)
2. David M. Blei, Andrew Y. Ng, Michael I. Jordan. Latent Dirichlet Allocation. // Journal of Machine Learning Research. 2003. Vol. 3. pp. 993–1022 [электронный ресурс]. — Режим доступа: — <https://www.jmlr.org/papers/volume3/blei03a/blei03a.pdf>
3. Pooja Kherwa, Poonam Bansal. Topic Modeling: A Comprehensive Review [электронный ресурс]. — Режим доступа: — [https://www.researchgate.net/publication/334667298\\_Topic\\_Modeling\\_A\\_Comprehensive\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/334667298_Topic_Modeling_A_Comprehensive_Review)
4. Naredo Jelodar, Yongli Wang, Chi Yuan, Xia Feng, Xiahui Jiang, Yanchao Li, Liang Zhao Latent Dirichlet Allocation (LDA) and Topic modeling: models, applications, a survey. — 2019. Vol.78. Pp 15169–15211. [электронный ресурс]. — Режим доступа: — <https://www.semanticscholar.org/reader/b22de434b462558a127f327f29e2b0c673c0d7ab>

---

© Бильгаева Людмила Пурбоевна (bilgaeval@mail.ru); Дмитриев Юрий Александрович (dya@sibdigital.net)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

### DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR PRIMARY DATA PROCESSING IN THE POWER CONSUMPTION MANAGEMENT SYSTEM

**A. Voronov  
A. Sizov  
Yu. Khalin**

*Summary.* It was established that an automated information and management system is necessary in the work of distribution grid companies, as well as in the work of energy sales organisations. It is important for displaying the real electricity consumption, controlling the issue and adjusting tariffs. For this purpose, an algorithm for primary data processing in the electricity consumption management system was developed.

*Keywords:* algorithm, control, metering systems, electricity metering, automated information and control system.

**Воронов Алексей Игоревич**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Юго-Западный  
государственный университет»  
xalabum.i.1998@mail.ru

**Сизов Александр Семёнович**

Доктор технических наук, профессор,  
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный  
университет»

kafedra.ist2015@yandex.ru

**Халин Юрий Алексеевич**

Кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО  
«Юго-Западный государственный университет»  
yur-khalin@yandex.ru

*Аннотация.* Установлено, что автоматизированная информационно-управляющая система необходима в работе распределительных сетевых компаний, а также в работе энергосбытовых организаций. Это важно для отображения реального потребления электроэнергии, контроля выпуска и корректировки тарифов. Для этого был разработан алгоритм первичной обработки данных в системе управления потреблением электроэнергии.

*Ключевые слова:* алгоритм, управление, системы учёта, учёт электроэнергии, автоматизированная информационно-управляющая система.

Важным аспектом современной энергетики является эффективное управление потреблением электрической энергии. В целях снижения затрат ресурсов следует проводить учёт и анализ потребления этой энергии. Система учёта потребления — неотъемлемая часть управления предприятием поставщика электроэнергии, т.к. она позволяет отслеживать, анализировать уровень энергопотребления, выявлять потери и проблемные зоны, оптимизировать производственные процессы [6]. Система управления потреблением электроэнергии должна основываться на рациональном использовании ресурсов и применении современных технологий. В дальнейшем это позволит не только снизить затраты, но и привести к улучшению экономической, экологической эффективности предприятия. Эффективное энергоснабжение и энергосбережение позволяет поддерживать конкурентоспособность в условиях постоянного роста стоимости энергоресурсов. Если на предприятии не ведётся точный учёт потребления электроэнергии, то реализовать меры эффективного энергосбережения невозможно.

Средства учёта электроэнергии являются важной и неотъемлемой частью энергетической системы. Они представляют собой специальные устройства, разработанные для измерения и учёта электрической энергии, потребляемой или производимой энергетическими

устройствами. Современные средства учёта электрической энергии могут измерять и регенерировать различные параметры электроэнергии, в том числе напряжение, ток, частоту.

Современное энергопроизводство основано на принципе автоматизированного учёта, который адаптировался бы к работе предприятия [5]. В результате реформирования электроэнергетики многие организации оказались в экономически трудной ситуации, связанной с различными потерями из-за реконструкции и модернизации энергетической инфраструктуры. Поэтому возникает объективная необходимость в разработке алгоритма первичной обработки данных в системе управления потреблением электроэнергии.

Хотелось бы отметить, что ни одна из заинтересованных организаций в итоге не добилась результатов в борьбе с хищениями со стороны потребителей. Важно работать с населением, разрабатывать митигационные мероприятия, освещать проблемы, связанные с технологическими и коммерческими потерями, с последствиями незаконного потребления электроэнергии. Проведение таких семинаров, лекций, конференций помогут увеличить осведомлённость населения и содействовать сокращению потерь.

Автоматизированная информационно-управляющая система является важной частью деятельности распределительной сетевой компании (РСК) и энергосбытовых организаций. Эта система позволяет наиболее эффективно управлять и контролировать работу внутри компании, а также осуществлять оперативное взаимодействие с внешними организациями и облегчать процесс принятия решений. Одной из ключевых задач автоматизированной информационно-управляющей системы является сбор и обработка данных о работе энергосетей и энергопотреблении. Благодаря такой системе можно:

- отслеживать состояние оборудования;
- производить диагностику оборудования;
- предотвращать возможные аварийные ситуации;
- контролировать качество поставляемой электроэнергии;
- обеспечивать необходимый уровень надёжности работы энергосети;
- получать информацию о потреблении электроэнергии по различным потребителям;
- оптимизировать работу сети, планировать расход энергии в дальнейшем;
- повышать уровень обслуживания потребителей.

Для эффективной работы распределительной сетевой компании и энергосбытовых организаций наличие автоматизированной информационно-управляющей системы крайне необходимо. Она способствует оптимизации работы сети, обеспечивает качественное обслуживание потребителей электроэнергии и в целом повышает уровень безопасности работы энергетической системы.

Любая такая автоматизированная информационно-управляющая система состоит из математического, информационного, организационного и технического обеспечения. Функции АИУС делятся на:

- информационно-вычислительные;
- управляющие.

Исходя из данных, предоставленных электросетевой организацией коммерческого и технического учёта, а также данных электрооборудования, автоматизированная информационно-управляющая система должна транслировать актуальную информацию сети по поступлению, распределению, полезному отпуску электрической энергии [3]. Также одной из важных функций АИУС является контроль оплаты электроэнергии.

Реализация автоматизированной информационно-управляющей системы подразумевает следующее:

- исследование предметной области;
- проектирование автоматизированной информационно-управляющей системы;
- решение поставленных задач;
- реализация программы.

В процессе проектирования системы определяются модули, базы данных, алгоритмы и т.д. В ходе разработки системы создаются, тестируются отдельные компоненты системы. Такое тестирование проводится как автоматически (при помощи специальных инструментов), так и вручную (благодаря тестировщикам).

На рис. 1 мы представляем функциональную часть алгоритма. Здесь показан процесс поступления информации о потреблении электроэнергии в автоматизированную информационно-управляющую систему распределительной сетевой компании (АИУС РСК).

Не стоит забывать про относительную погрешность измерения, которая должна определяться на этапе проектирования, однако учесть все внешние факторы для этого не представляется возможным.

Предел допустимого значения относительной погрешности измерительного комплекса определяется по формуле:

$$\delta = \pm 1,1 \sqrt{\delta_1^2 + \delta_U^2 + \delta_x^2 + \delta_{0.c.}^2 + \delta_0^2 + \sum_{i=1}^j \delta_{д.с}^2}$$

$$\delta = \pm 1,1 \sqrt{0,3125^2 + 0,5^2 + 0,25^2 + 0,4935^2 + 0,5^2} = \pm 1\%$$

Мы можем наблюдать, что результат находится в диапазоне разрешённых значений.

Нами были собраны статистические данные касательно задолженности россиян за потребляемую электрическую энергию (на период 2022 года).

Согласно этим данным, экономические и организационные проблемы поставщиков электрической энергии связаны по большей степени с:

- недобросовестными потребителям, незаконно подключающимися к электросети;
- некорректным учётом данных о потреблении;
- гражданами, сознательно уклоняющимися от оплаты электроэнергии;
- использованием устаревших приборов учёта.

Мы можем наблюдать, что в настоящее время многие организации (поставщики электроэнергии) не в состоянии найти эффективные методы воздействия, которые помогли бы решить вышеупомянутые проблемы. В результате проведённого исследования был разработан алгоритм первичной обработки данных автоматизированной информационно-управляющей системы распределительной сетевой компании, который мог бы обеспечить контроль потреблённой электроэнергии.

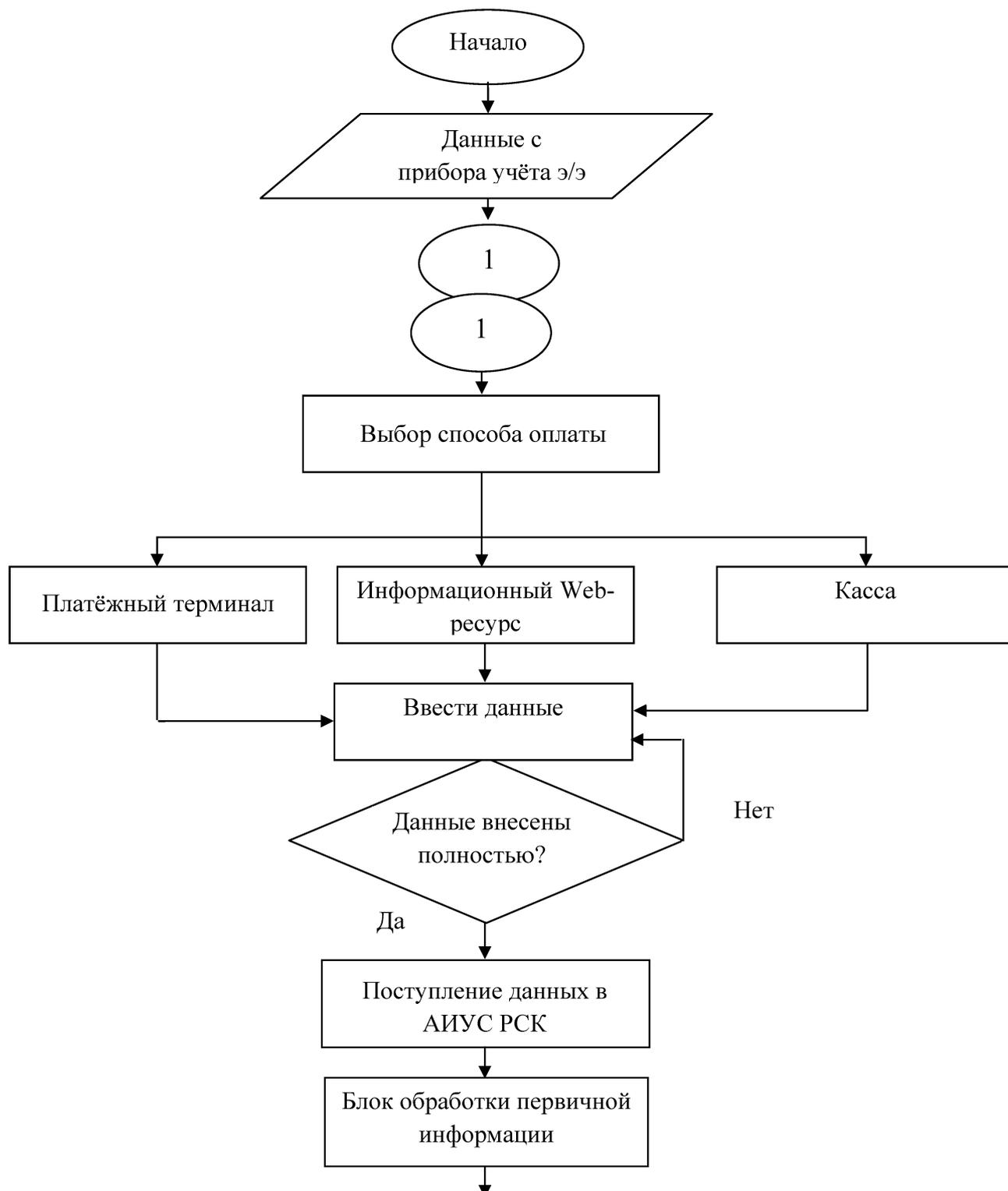


Рис. 1. Алгоритм первичной обработки информации и её перераспределение в систему управления базами данных (СУБД)

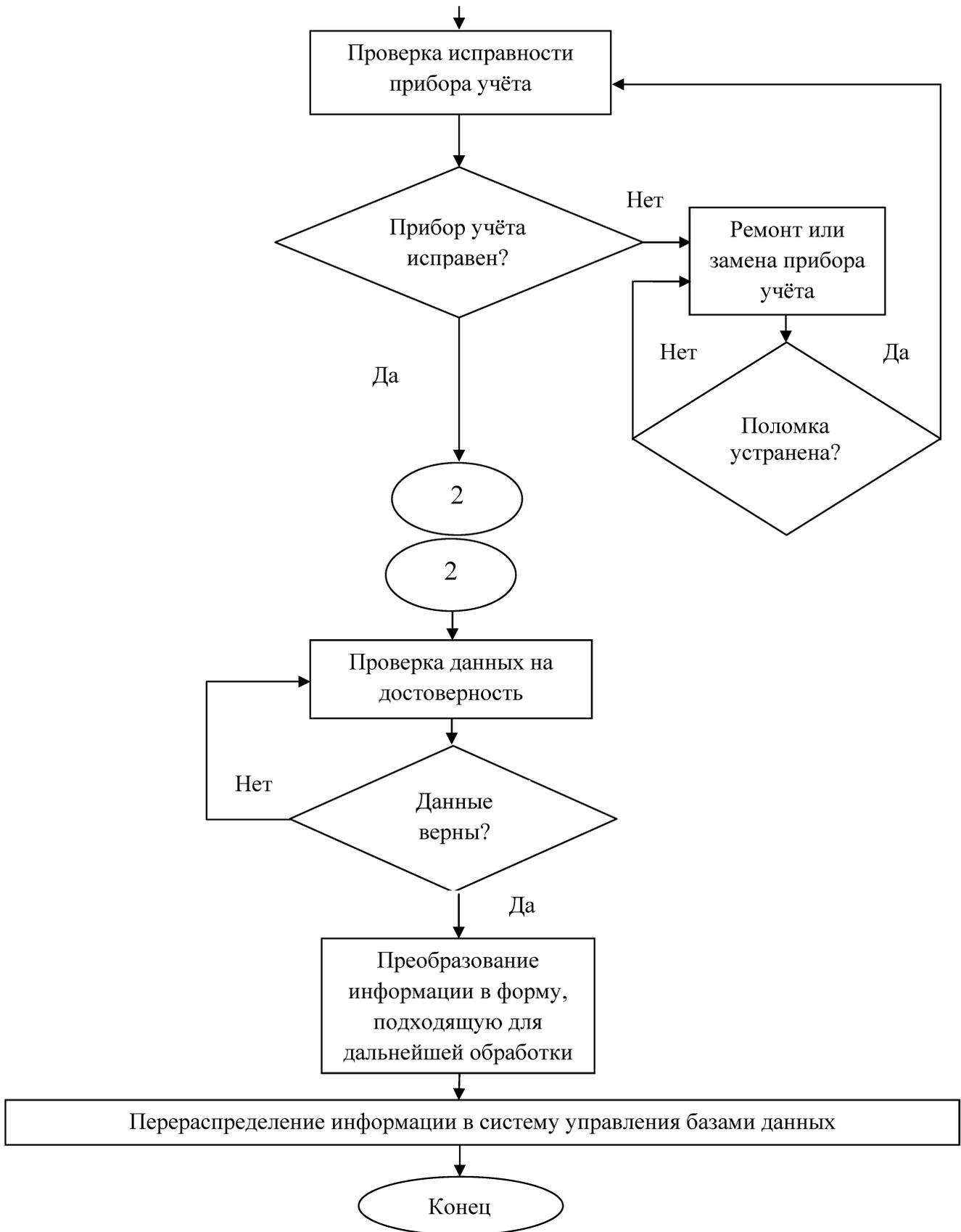


Рис. 1. Алгоритм первичной обработки информации и её перераспределение в систему управления базами данных (СУБД) (окончание)

---

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный ресурс «СПЭ:Совет Производителей Энергии» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — [www.np-cpp.ru/press/events/e1057.phtml](http://www.np-cpp.ru/press/events/e1057.phtml).
2. Информационный ресурс «Межрегионэнергосбыт» [Электронный ресурс] / Минэнерго России. Неплатежи за электроэнергию в Южном федеральном округе осложняют подготовку энергосистемы юга страны к предстоящему ОЗП. — Режим доступа: — [www.mrg-sbyt.ru/news/791](http://www.mrg-sbyt.ru/news/791).
3. Информационный портал «СИА» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — [www.sia.ru/?section=493&action=show\\_news&id=106901](http://www.sia.ru/?section=493&action=show_news&id=106901).
4. Антонов А.В. Системный анализ: учеб. для вузов. — 2-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2019. — 454 с.: ил.
5. Гительман Л. Д. Энергетический бизнес: учеб. пособ. — 2-е изд., испр. — М.: Дело, 2006. — 599 с.
6. Кузнецов В.В. Системный анализ: учеб. и практ. для вузов. — 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2023. — 333 с.

---

© Воронов Алексей Игоревич ([halabum.i.1998@mail.ru](mailto:halabum.i.1998@mail.ru)); Сизов Александр Семёнович ([kafedra.ist2015@yandex.ru](mailto:kafedra.ist2015@yandex.ru));  
Халин Юрий Алексеевич ([yur-khalin@yandex.ru](mailto:yur-khalin@yandex.ru))  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# РОЛЬ И МЕСТО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

## THE ROLE AND PLACE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FIELD OF CYBERSECURITY

**A. Ermolaev  
V. Velikanov**

*Summary.* This article presents a study and analysis of current trends and opportunities for the use of artificial intelligence in the field of cybersecurity. The paper examines the impact of artificial intelligence on cybersecurity in several aspects: from cyberattacks, cyber defense, as well as the impact of artificial intelligence on the labor market in this sector of the IT industry.

The section devoted to the role of artificial intelligence in cyber attacks analyzes modern cyber threats in which cybercriminals use IT solutions based on artificial intelligence to conduct cyber attacks. Specific cases and ways of using artificial intelligence to bypass information systems protection systems are considered.

In the section that reveals the importance of artificial intelligence in the field of cyber defense, innovative methods of using artificial intelligence to prevent cyber attacks are analyzed; machine learning technologies for improving the security of information systems are considered.

*Keywords:* artificial intelligence (AI); machine learning; cybersecurity; information security; neural network.

**Ермолаев Алексей Сергеевич**

QA-инженер, ООО Интернет-агентство «ИНТЕРВОЛГА»;  
Магистрант, Волгоградский государственный  
технический университет  
alexey.0994@mail.ru.

**Великанов Василий Викторович**

Кандидат экономических наук, доцент, Волгоградский  
государственный технический университет  
helen901@mail.ru

*Аннотация.* В данной статье представлено исследование и анализ современных тенденций и возможностей использования искусственного интеллекта в сфере кибербезопасности. В работе рассматривается влияние искусственного интеллекта на сферу кибербезопасности в нескольких аспектах: со стороны кибератаки, киберзащиты, а также влияния искусственного интеллекта на рынок труда в данном секторе ИТ-отрасли.

В разделе, посвященном роли искусственного интеллекта в кибератаках, анализируются современные киберугрозы, в которых киберпреступники используют ИТ-решения, функционирующие на основе искусственного интеллекта, для проведения кибератак. Рассматриваются конкретные случаи и способы применения искусственного интеллекта для обхода систем защиты информационных систем.

В разделе, раскрывающем значение искусственного интеллекта в области киберзащиты, анализируются инновационные методы применения искусственного интеллекта для предотвращения кибератак; рассматриваются технологии машинного обучения для повышения защищенности информационных систем.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект (ИИ); машинное обучение; кибербезопасность; информационная безопасность; нейронная сеть.

## Введение

Популярность использования возможностей искусственного интеллекта (ИИ) ширится во многих отраслях, в том числе и в сфере кибербезопасности. Объем и сложность технологий, применяемых киберпреступниками, постоянно растут, требуя всё новых подходов и решений для противодействия этой угрозе. Указанные обстоятельства привели к активному внедрению инструментов искусственного интеллекта в область кибербезопасности, причем роль ИИ в этой сфере становится все более значимой.

В ближайшем будущем ИИ, построенный на основе машинного обучения, станет неотъемлемой частью всех систем кибербезопасности. Эта необходимость обусловлена тем, что обеспечение кибербезопасности связано с переработкой больших объемов данных, для операций с которыми важна высокая скорость выполнения операций и реагирования, а роль человека хоть и является

в целом незаменимой, но при решении определенных задач искусственный интеллект действует иной раз заметно успешнее человеческого.

## Роль ИИ в кибератаках

Рост популярности использования искусственного интеллекта в кибербезопасности обусловлен не только использованием ИИ-технологий при защите от кибератак. Наряду с этим также участилось использование ИИ при проведении самих кибератак.

Изначально технологии искусственного интеллекта способствовали повышению уровня безопасности корпоративных сетей, но злоумышленники смогли быстро адаптировать эти технологии под свои цели. В ходе кибератак взломщики могут изменять параметры информационных систем или разрабатывать новые программы и инструменты на основе искусственного интеллекта для нарушения целостности таких систем. В подобных

атаках искусственный интеллект используется с целью проникновения в сети и системы быстрее, чем организация сможет идентифицировать атаку и отреагировать на эти факты должным образом. Также киберпреступники научились использовать искусственный интеллект для сбора информации о том, каким образом компаниям удастся предотвращать атаки на их вычислительные мощности и базы данных.

Использование ИИ при кибератаках не ограничено задействованием технологий искусственного интеллекта лишь для проникновения в сети и системы. Множество различных инструментов позволяют разрабатывать всё новые способы для киберагрессии.

Эксперимент, демонстрирующий возможности злонамеренного использования искусственного интеллекта, провели специалисты компании IBM. За основу был взят вирус-вымогатель Wanna Cry. Вредоносное приложение DeepLocker оснастили искусственным интеллектом, содержащим вирус Wanna Cry. Во время видеозвонка DeepLocker сканировал лица собеседников, далее он находил и распознавал нужного человека с помощью встроенной ИТ-процедуры, а затем заражал его компьютер вирусом WannaCry, который незаметно шифровал файлы и в дальнейшем использовался для вымогательства. Компания IBM создала эту программу, для того чтобы продемонстрировать потенциальные угрозы для сферы информационной безопасности.

Переход компаний на дистанционный режим работы увеличил масштабы использования инструментов аудио- и видеосвязи. Такая ситуация предоставила мошенникам широкие возможности для сбора образцов голоса и портретных изображений пользователей, которые могут быть использованы для создания фэйк-контента, направленного на манипулирование людьми.

В отчете под названием «Social Engineering. Blurring reality and fake» (2020) инициативная группа экспертов-страховщиков компании CyberCube, специализирующаяся на киберугрозах, выделила три новые тенденции, которые, по их прогнозам, окажут значительное влияние на положение дел в этой области к 2025 году:

1. Подделка голоса индивида (deep voice mimicry). Создание правдоподобного и убедительного голоса может быть достигнуто за счет использования технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и нейронных сетей. Эти передовые технологии позволяют генерировать голоса, очень похожие на человеческую речь.
2. Масштабное социальное профилирование (social profiling at scale). Создание комплексного профиля человека, как правило, на основе данных его социальных сетей или похищенной личной информации.

3. Подделка видео с помощью технологии «mouth mapping», которая позволяет имитировать артикуляцию человека при говорении.

Использование искусственного интеллекта во вредоносных целях открывает перед киберпреступниками широкие возможности. Это позволяет быстро и с большим охватом проводить кибератаки, что приводит к возрастанию атакующей мощи и зачастую застает информационные сети врасплох, не оставляя им времени на адекватную реакцию. Для противодействия этой новой угрозе необходимо тщательно исследовать, изучать и анализировать тактику действий злоумышленников, что позволит разработать надежные средства обеспечения кибербезопасности, способные предотвращать атаки с использованием искусственного интеллекта в будущем.

Можно выделить следующие области кибератак с применением ИИ:

1. Анализ. Это процесс извлечения ценной информации из данных или моделей. Исследование атакуемой модели машинного обучения для определения ключевых факторов, влияющих на ее производительность (например, на точность классификации). Этого можно достичь с помощью объясняющих методов, таких как LIME и SHAPLEY. Понимание того, как функционирует атакуемая модель, позволяет разработать более эффективные атаки или стратегии сокрытия вторжения. В тех случаях, когда атакуемая модель недоступна, аналогичные эксперименты можно проводить на ее реплицированной версии.

Методы машинного обучения могут использоваться для эксплуатации уязвимостей в системах биометрической аутентификации. К ним относятся такие методы, как подмена голоса, портрета и т.п.

2. Прогнозирование. Машинное обучение используется для составления прогнозов на основе прошлых данных. Например, атака может включать в себя определение того, какие кнопки были нажаты на смартфоне путем анализа движения (вибрации). Другой пример — прогнозирование конфиденциальной информации о пользователях социальных сетей с целью поиска уязвимых мест для потенциальных атак, а также поиска уязвимых мест программного обеспечения.
3. Поиск. Задача отыскания конкретной информации или объектов по определенным критериям. Например, это может быть идентификация человека путем анализа изображений с различных взломанных камер, поиск потенциальных инсайдеров путем изучения публикаций в социальных сетях с использованием семантического анализа

или обобщение и реферирование документов при сборе данных из общедоступных источников.

4. Генерация. Создание контента с помощью ИИ. К числу наступательных применений этой технологии относятся фальсификация медиаданных, подбор паролей и модификация трафика. Например, модификация трафика предполагает проведение атаки против системы машинного обучения, используемой для обнаружения вторжений, с целью скрыть реальные вторжения. Еще одним видом наступательного ИИ в этой категории являются «дипфейки». Они подразумевают создание реалистичных медиафайлов с помощью методов глубокого обучения и могут использоваться для моделирования чьего-то голоса или изображения для фишинговых атак.
5. Принятие решений. Различные задачи, такие как разработка стратегического плана или координация атаки. Например, искусственный интеллект может быть использован для управления сетью автономных ботов и выработки оптимальной стратегии атак на сеть. Стоит отметить, что автоматизированные атаки могут осуществляться и без машинного обучения, однако использование обучения с дополняющими его элементами нападения доказало свою эффективность. Согласно отчету Microsoft, хотя использование ИИ в кибератаках на начальном этапе будет ограничено более опытными хакерами, но впоследствии оно может распространиться на всю ИТ-систему мира благодаря расширению взаимодействия взломщиков и коммерциализации ИТ-инструментов. Эти инструменты включают в себя распространенные тактики, используемые злоумышленниками для обхода защитных систем (так указано в атласе MITRE).

Одним из ярких примеров автоматизации наступательных действий с использованием ИИ является размещение ботов в социальных сетях. Другой пример, приведенный в ряде исследований, связан с автоматизированным тестированием на проникновение (penetration test) на основе использования методов ускоренного обучения.

Выше мы рассмотрели, как машинное обучение может использоваться для выявления фишинговых атак. Однако важно отметить, что машинное обучение может применяться и для генерации фишинговых атак. Цель таких атак — обойти защиту системы путем создания некоего заманчивого контента, побуждающего пользователя перейти по вредоносным ссылкам или установить вредоносное программное обеспечение в свою систему. Наступательные действия в этом контексте могут включать в себя подбор паролей, запутывание исходного кода программ, маскировку трафика и управление сетью ботов. Компания Microsoft даже организовала отдельный

семинар, посвященный изучению наступательных технологий ИИ. Кроме того, Национальная комиссия по безопасности в области искусственного интеллекта США (National Security Commission on Artificial Intelligence, NSCAI) опубликовала обширный доклад, посвященный атакам с использованием ИИ.

### Роль ИИ в защите от киберугроз

Возрастающая сложность и вместе с тем рост общего числа киберпреступлений требуют новых подходов в борьбе с этим злом. Внедрение инструментов искусственного интеллекта становится приоритетной задачей в этой борьбе.

Обнаружение угроз является первой линией обороны в кибербезопасности. Традиционные методы основаны на аналитической работе ИТ-специалистов, которые просматривают огромные массивы данных для выявления возможных угроз. Колоссальное количество информации превращает эту задачу в весьма продолжительный и трудоемкий процесс. Искусственный интеллект может не только нарастить скорость обработки данных, но и повысить точность обнаружений за счет машинного обучения, тем самым увеличив эффективность систем обеспечения кибербезопасности.

Вторая линия обороны — это прогнозирование и предотвращение кибератак. Искусственный интеллект, используя машинное обучение, позволяет системам безопасности обучаться на прошлых инцидентах, а затем использовать наработанные методы для прогнозирования и предотвращения кибератак в будущем. Возможность прогнозирования особенно полезна для выявления уязвимостей т.н. «нулевого дня» (уязвимости, о которых ещё никому неизвестно). Прогнозируя уязвимости нулевого дня до их эксплуатации, ИИ может существенно помочь человеку в разработке защитных алгоритмов и предотвратить несанкционированное проникновение в систему.

Система реагирования на кибератаки — это третья линия обороны. Автоматизированные системы быстрого реагирования, работающие на базе искусственного интеллекта, могут оперативно реагировать на обнаруженные угрозы и принимать меры по дальнейшей защите системы. Например, может инициироваться изоляция пораженной системы или блокировка IP-адресов, с которых ведется атака. Быстрая реакция на атаки позволит значительно снизить ущерб, наносимый вредоносными кодами. После этого ИИ может проанализировать атаку, выявить источник и закономерности ее развертывания, что поможет укрепить защиту системы и разработать более надежную стратегию профилактики подобных инцидентов.

Можно выделить следующие направления, касающиеся использования машинного обучения для защиты от кибератак:

1. Обнаружение попыток взлома.
2. Расстановка приоритетов для предупреждения о потенциальной атаке.
3. Обнаружение активности вредоносных программ.
4. Идентификация living off the land (LoL) атаки, при которой злоумышленник использует легитимное программное обеспечение для выполнения вредоносных действий.
5. Автоматизация действий по реагированию и смягчению последствий, после совершенной атаки для предотвращения дальнейшего распространения вредоносного кода.

Для эффективного и безопасного использования искусственного интеллекта в сфере кибербезопасности, нужно учитывать несколько важных обстоятельств:

1. Необходимо обеспечить защиту данных и алгоритмов искусственного интеллекта от взлома. Злоумышленники могут производить атаку на саму систему искусственного интеллекта, изменяя алгоритмы её работы для того, чтобы обойти защитные алгоритмы. В этих целях необходимо проводить регулярные проверки на возможные уязвимости.
2. Систему защиты на основе искусственного интеллекта необходимо постоянно обучать на различных типах кибератак, используя актуальные данные. ИИ не сможет эффективно обнаруживать новые типы атак, если он не будет обучен.
3. Необходимо учитывать правовые и этические нормы в отношении использования ИИ в кибербезопасности. Принятие решений на основе ИИ может привести к нарушению прав человека на приватность в сети. Компаниям нужно разрабатывать этические и правовые стандарты, которые будут регулировать работу искусственного интеллекта в области кибербезопасности.

#### Влияние ИИ на рынок труда в секторе кибербезопасности

В условиях быстрого развития технологий в области кибербезопасности появляется потребность в кадровом обновлении отрасли информационной безопасности (ИБ).

Использование искусственного интеллекта позволяет автоматизировать множество рутинных задач. Он отлично справляется с монотонными и трудоемкими процессами, такими как непрерывный мониторинг и анализ журналов регистрации событий в сети. Всё это позво-

ляет специалистам по ИБ сосредоточиться на решении стратегических вопросов более высокого уровня.

Можно выделить несколько новых специальностей, которые помогут в перестройке профиля компетенций специалистов по ИБ.

1. Аналитики обеспечения безопасности искусственного интеллекта. Обязанности данной категории специалистов заключаются в отслеживании алгоритмов искусственного интеллекта, настройке модели ИИ и обеспечении актуальных мер безопасности системы ИИ.
2. Тренеры моделей ИИ. В обязанности тренеров моделей ИИ входит обучение модели ИИ, её контроль и настройка.
3. Пентестеры ИИ. В обязанности пентестеров (этических хакеров) входит проведение тестирования системы искусственного интеллекта на проникновение, а также оценка степени её защищенности.

Несмотря на такую модернизацию, важно подчеркнуть, что ИИ не сможет полностью заменить человека, поскольку специалисты кибербезопасности обладают большим опытом, рациональным мышлением и пониманием контекста, они также легко определяют этическую сторону проблем и способны подходить к поиску ответа на вопрос креативно. Внедрение систем безопасности на основе искусственного интеллекта сможет лишь дополнительно обеспечить надежность систем кибербезопасности, сочетая преимущества ИИ в скорости обработки данных с творческими способностями человека.

#### Заключение

Резюмируя высказанные выше соображения, можно сделать вывод о том, что технологии искусственного интеллекта в настоящее время стремительно развиваются; внедрение ИИ в системы кибербезопасности может значительно повысить эффективность защиты за счет увеличения скорости и точности обработки данных. Преимущества использования ИИ слишком значительны, чтобы их игнорировать.

Системы искусственного интеллекта продолжают эволюционировать, что в будущем расширит возможности их применения. Добавление новых наборов контекстных данных позволит ИИ принимать более обоснованные решения, а анализируя такие факторы, как сетевой трафик и поведение пользователей, ИИ сможет получать более глубокие знания о системах защиты, а также сможет предсказывать возможные отклонения в использовании каких-либо данных. Всё это будет способствовать развитию кибербезопасности и поможет в будущем конструировать значительно более надежные системы безопасности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Искусственный интеллект и машинное обучение в кибербезопасности — прогноз на будущее. — URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/ai-cybersecurity> (дата обращения: 30.10.2023).
2. Роль и будущее искусственного интеллекта в кибербезопасности. — URL: <https://ts2.space/ru/%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C-%D0%B8-%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%83%D1%89%D0%B5%D0%B5-%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB-2/> (дата обращения: 30.10.2023).
3. Роль искусственного интеллекта в киберпреступлениях. — URL: <https://ir.alfastrah.ru/posts/482> (дата обращения: 30.10.2023).
4. Как ИИ влияет на рабочие места в сфере кибербезопасности и меняет рабочую силу в сфере кибербезопасности? — URL: <https://www.cryptopolitan.com/ru/%D0%BA%D0%B0%D0%BA-%D0%B8%D0%B8-%D0%B2%D0%BB%D0%B8%D1%8F%D0%B5%D1%82-%D0%BD%D0%B0-%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%83-%D0%B2-%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5-%D0%BA%D0%B8%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8/> (дата обращения: 30.10.2023).
5. Влияние искусственного интеллекта на кибербезопасность. — URL: <https://ts2.space/ru/%D0%B2%D0%BB%D0%B8%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0-%D0%BD-10/> (дата обращения: 30.10.2023).
6. Роль искусственного интеллекта в кибербезопасности. — URL: <https://vc.ru/dev/621020-rol-iskusstvennogo-intellekta-v-kiberbezopasnosti> (дата обращения: 30.10.2023).
7. Роль искусственного интеллекта в обеспечении информационной безопасности. — URL: <https://na-journal.ru/6-2023-informacionnye-tehnologii/5812-rol-iskusstvennogo-intellekta-v-obespechenii-informacionnoi-bezopasnosti> (дата обращения: 30.10.2023).
8. Искусственный интеллект и кибербезопасность. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-i-kiberbezopasnost/viewer> (дата обращения: 30.10.2023).

© Ермолаев Алексей Сергеевич (alexey.0994@mail.ru); Великанов Василий Викторович (helen901@mail.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ГОТОВНОСТЬ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ К ОБУЧЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ 4C/ID: КАЧЕСТВЕННОЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

## READINESS OF STUDENTS OF TECHNICAL AND NATURAL SCIENCE AREAS OF PREPARATION FOR TRAINING USING THE 4C/ID MODEL: QUALITATIVE AND QUANTITATIVE RESEARCH

**E. Kondrashova  
T. Matseevich  
N. Chumazova**

*Summary.* The purpose of the study is to build an interpreted regression model demonstrating the dependence of students' readiness to study using the 4C/ID model (Four-Component Instructional Design) and its modifications on factors associated with the main difficulties that, according to experts, arise in training on this model.

As a result of a qualitative survey of specialists using a semi-structured interview, a cognitive graph was formed, demonstrating the factors of influence (and their significance) on the readiness of students to study using the 4C/ID model. The cognitive graph made it possible to identify the main difficulties that may arise in students undergoing training using the 4C/ID model. Based on the cognitive graph, a guide was compiled for a quantitative survey of students of various courses and areas of preparation. Descriptive statistics were performed to visualize the data. Within the framework of the study, methods of qualitative and quantitative research, mathematical methods of statistical analysis of data were used.

The analysis identified influential variables and constructed interpretable linear regression models as well as polynomial models using Rstudio. All constructed models were tested for adequacy using different statistical criteria.

The significance of the study is that it makes it possible to determine the dependence of students' readiness to study according to the 4C/ID model and various factors associated with changes in the educational process. In addition, the results of the study can be used in the development of new methods of training and organization of the education system.

*Keywords:* factors affecting the quality of education; statistical study; cognitive graph; correlation-regression analysis; linear regression models.

**Кондрашова Елизавета Владимировна**  
к. ф. — м.н, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный  
Исследовательский Московский Государственный  
Строительный Университет» (НИУ МГСУ), Москва  
elizavetakondr@gmail.com

**Мацеевич Татьяна Анатольевна**  
д.ф.-м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Национальный  
Исследовательский Московский Государственный  
Строительный Университет» (НИУ МГСУ), Москва  
MatseevichTA@mgsu.ru

**Чумазова Надежда Леонидовна**  
ФГБОУ ВО «Национальный Исследовательский  
Московский Государственный Строительный  
Университет» (НИУ МГСУ), Москва  
nchu13062001@gmail.com

*Аннотация.* Целью исследования является построение интерпретируемой регрессионной модели, демонстрирующей зависимость готовности студентов к обучению с использованием модели 4C/ID (Four-Component Instructional Design) и её модификаций от факторов, связанных с основными трудностями, которые по мнению экспертов возникают при обучении по данной модели.

В результате качественного опроса специалистов методом полуструктурированного интервью был сформирован когнитивный граф, демонстрирующий факторы влияния (и их значимость) на готовность студентов к обучению с использованием модели 4C/ID. Когнитивный граф позволил выявить основные трудности, которые могут возникнуть у студентов, проходящих обучение с использованием модели 4C/ID. На основе когнитивного графа был составлен гайд для количественного опроса студентов различных курсов и направлений подготовки. Для наглядного представления данных была проведена описательная статистика. В рамках исследования были использованы методы качественных и количественных исследований, математические методы статистического анализа данных.

В результате анализа были выявлены влияющие переменные и построены интерпретируемые линейные регрессионные модели, а также полиномиальные модели с использованием Rstudio. Все построенные модели были проверены на адекватность с помощью различных статистических критериев.

*Ключевые слова:* факторы, влияющие на качество образования; статистическое исследование; когнитивный граф; корреляционно-регрессионный анализ; линейные регрессионные модели.

## Введение

Исследования в области образования могут выявить проблемы и оценить эффективность программ и стратегий обучения, а также выявить критерии, которые повысят эффективность «впитывания» информации.

В статье Т.А. Бобровой [1] проводится анализ современной ситуации в системе высшего образования и выделяются ключевые проблемы, влияющие на ее эффективность и качество. Одной из основных проблем, поднимаемых в статье, является проблема качества образования. Автор обсуждает недостатки в учебных программах, уровне подготовки преподавателей и качестве учебных материалов, поэтому подчеркивает необходимость совершенствования качества образования путем обновления программ, улучшения квалификации преподавателей и обеспечения доступа к современным учебным ресурсам. Другой проблемой, выделенной в статье, является проблема связи высшего образования с рынком труда. Т.А. Боброва отмечает несоответствие между требованиями работодателей и компетенциями выпускников. Автор предлагает укрепление связей между университетами и предприятиями, развитие практической подготовки студентов и актуализацию образовательных программ с учетом современных требований рынка труда.

В статье Л.В. Крайник [2] рассматриваются актуальные тенденции в сфере высшего образования и перспективные пути их развития. Автор рассматривает основные проблемы, с которыми сталкивается высшее образование в стране, включая низкую конкурентоспособность, недостаток финансирования, проблемы с качеством образования и отсутствие взаимодействия между университетами и рынком труда. Один из ключевых аспектов, который автор подчеркивает, — необходимость модернизации высшего образования в соответствии с требованиями современного мира. Автор анализирует различные модели и подходы, используемые в других странах, и делает выводы о необходимости комплексных изменений в системе высшего образования в России. Он подчеркивает важность активного участия государства, университетов, работодателей и общественности в этом процессе.

Работа В.М. Новиковой [3] является обширным исследованием состояния высшего образования в России. Автор выявляет некоторые отличия и особенности российской системы высшего образования и исследует, как эти особенности могут влиять на современное состояние образования. Далее автор обращается к актуальным проблемам российского высшего образования, таким как низкое качество образования, отсутствие современных методов преподавания, неэффективное использо-

вание информационных технологий и недостаточное взаимодействие между университетами и рынком труда. Одним из ключевых аспектов работы является рассмотрение перспектив развития российского высшего образования.

Авторы публикаций, касающихся современных исследований в области образования [4–5], обсуждают важность модернизации учебных программ, внедрения новых технологий и методик обучения, повышения качества преподавания и подготовки преподавательского состава. Авторы также подчеркивают необходимость развития гибких образовательных программ, которые будут отвечать на современные потребности рынка труда и учитывать быстро меняющиеся требования к профессиональным навыкам.

Исходя из требований изменения подхода к обучению студентов была рассмотрена система обучения 4C/ID (Four-Component Instructional Design) [6–7], которая строится на использовании реалистичных задач, демонстрирующих целостность профессиональной деятельности, а не отдельные навыки или умения. Важно отметить, что при использовании модели 4C/ID или любой другой модели в исследовании или практике образования, возможна адаптация модели и приспособление ее к конкретной образовательной системе или контексту [8–9].

Адаптация моделей для образовательной системы является нормальным и полезным процессом, который позволяет исследователям и практикам настраивать и оптимизировать модель для соответствия специфическим потребностям и условиям образования. Такие адаптации могут быть осуществлены практико-ориентированными исследователями в области образования, которые обладают экспертизой в данной области.

Примером такой адаптации может служить ECERS (Early Childhood Environment Rating Scale) — инструмент, разработанный для оценки качества дошкольных образовательных учреждений. Он был адаптирован и использован для оценки качества дошкольного образования в России, чтобы учесть особенности российской системы образования и соответствовать местным потребностям и стандартам [10].

Таким образом, адаптация моделей, включая модель 4C/ID, для образовательной системы является важным и ценным подходом, который позволяет достичь более точного соответствия потребностям и целям конкретной системы образования. Однако при адаптации необходимо учитывать основные принципы и идеи модели, чтобы сохранить ее целостность и эффективность в новом контексте.

Компоненты модели 4C/ID описывают четыре ключевых аспекта, которые должны быть учтены в процессе обучения: целевая задача, компоненты содержания, компоненты поддержки, компоненты оценки [11].

В целом, система 4C/ID является эффективным инструментом для разработки обучающих программ, особенно для профессионального обучения. Она позволяет студентам развивать компетенции, необходимые для успешной работы в реальных ситуациях, а также помогает им интегрировать и применять свои знания и навыки в контексте практической деятельности.

Для разработки наиболее эффективной для освоения студентами системы образования проводятся исследования качественными [12–13] и количественными методами [14–16], а на основе регрессионного анализа можно выявить наиболее важные критерии оценки совершенствования традиционной образовательной системы.

**1. Проведение качественного и количественного исследования. Статистический анализ**

Для качественного опроса экспертов, являющихся разработчиками и/или преподавателями программ учебных дисциплин, был выбран метод полуструктурированных интервью. В ходе проведения опроса, осу-

ществляемого по методу «снежного кома», эксперты отвечали на вопросы о возможности изменения системы образования, образовательного процесса. По результатам опроса шести экспертов был сформирован когнитивный граф, представленный на Рисунке 1, позволяющий выявить основные трудности, которые могут возникнуть у студентов, проходящих обучение с использованием модели 4C/ID, в котором наглядно показано, что составление новой программы учебной дисциплины повлечет за собой составление новых задач, нового учебного плана, увеличение количества часов лекций, семинаров и компьютерных практикумов, а также составление новой системы оценивания, что в свою очередь также повлечет за собой введение дополнительных рубежей контроля, дополнительных производственных практик на предприятии, а также увеличение количества часов внеаудиторной/самостоятельной работы студента. Сплошные линии на графе демонстрируют сильную связь между факторами, пунктирные линии — наличие слабой связи, отсутствие линий между вершинами означает отсутствие значительной связи по результатам качественного опроса.

На основе когнитивного графа был составлен гайд для количественного опроса студентов, который содержал вопросы о готовности студентов к изменению системы образования и возможных изменениях к подходам обучения. Опрос прошли более 190 студентов

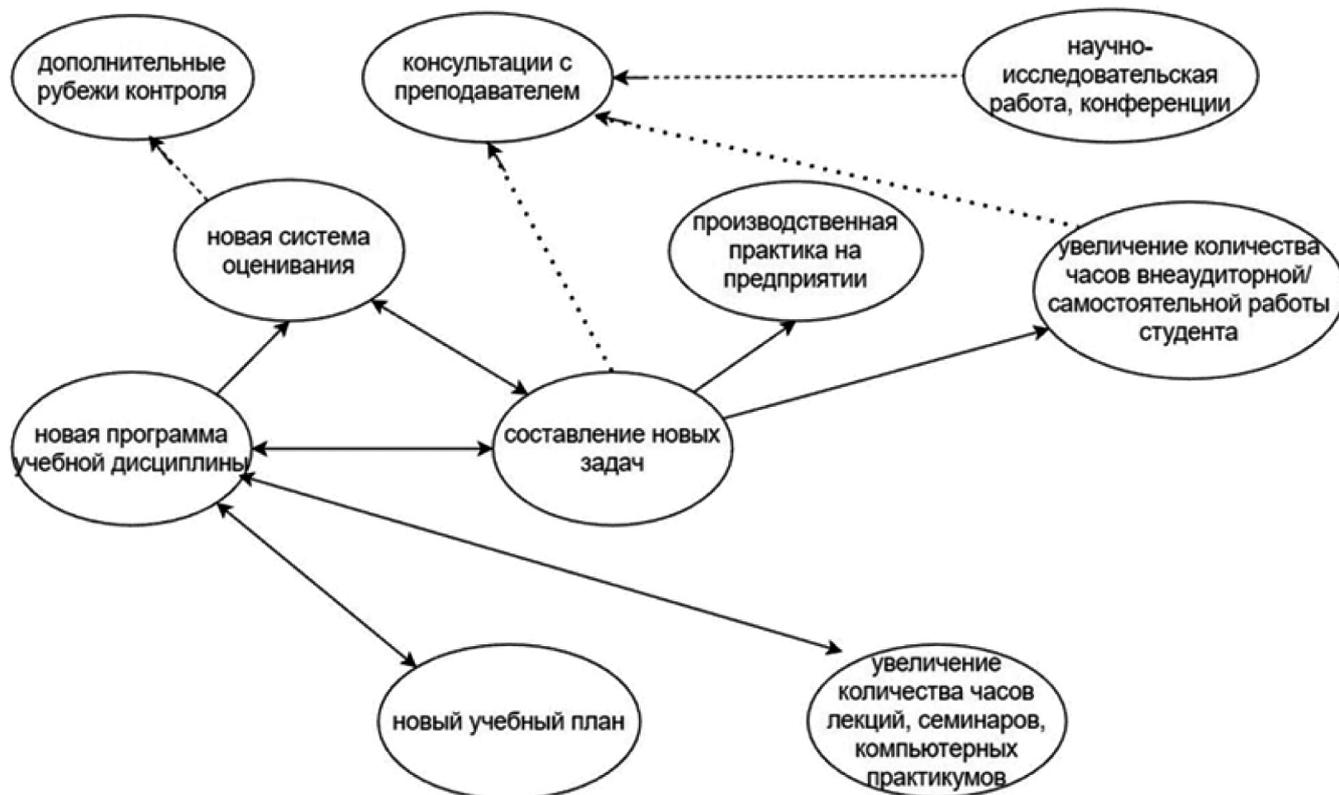


Рис. 1. Когнитивный граф взаимного влияния факторов при осуществлении перехода к обучению по модели 4C/ID и ее модификациям

различных курсов и направлений подготовки, что предполагает среднюю степень точности исследования, и позволяет сделать основополагающие выводы и провести в дальнейшем более глубокое изучение проблемы с использованием построенных моделей. Студенты были ознакомлены с системой обучения 4C/ID, их субъективная оценка имеет весомый вклад в данном исследовании.

Анализируя когнитивный граф зависимостей и взаимосвязей предполагаемых трудностей, в качестве зависимой переменной взята готовность студентов к обучению по модели 4C/ID и её модификациям и к изменению системы образования — Y. В качестве объясняющих факторов использовались:

- желание проходить обучение в вузе с использованием образовательной модели 4C/ID —  $X_1$ ;
- оценка готовности к увеличению часов лекций/семинаров/компьютерных практикумов —  $X_2$ ;
- оценка готовности к введению дополнительных рубежей контроля, таких как контрольные работы, самостоятельные работы, выполнение проектов и т.д. —  $X_3$ ;
- оценка готовности к увеличению самостоятельной/внеаудиторной работы —  $X_4$ ;
- оценка готовности к дополнительным практикам на производстве —  $X_5$ ;
- оценка важности объяснения сложных моментов «на пальцах» при обучении —  $X_6$ ;
- оценка необходимости введения дополнительных регулярных консультаций с преподавателем учебной дисциплины для устранения пробелов и уточнении непонятной информации по предмету —  $X_7$ ;
- оценка готовности к дополнительному вовлечению в научно-исследовательскую работу, участие в конференциях —  $X_8$ ;
- оценка необходимости модернизации инфраструктуры университета —  $X_9$ .

Оценка проводилась респондентами по 100-балльной шкале, где 0 — минимальное значение оцениваемого фактора, 100 — максимальное значение.

Для наглядного представления данных была проведена описательная статистика, включающая характеристики для каждого фактора: минимальное, среднее и максимальное значения выборки по каждому фактору, стандартное отклонение, медиана, дисперсия, асимметричность.

На основе описательной статистики были сделаны первые выводы о готовности студентов к обучению по модели 4C/ID и её модификациям и к изменению системы образования.

Представим средние значения оценок по некоторым факторам. Студенты менее готовы к: увеличению

часов лекций/семинаров/компьютерных практикумов, среднее значение составило 35,73; увеличению самостоятельной/внеаудиторной работы, среднее значение составило 32,23; введению дополнительных рубежей контроля, среднее значение равно 31,87. Также можно отметить большую важность, по мнению студентов, объяснения сложных моментов «на пальцах» при обучении, среднее значение при оценке составило 56,3, что говорит о важности преподавателя в глазах студента. Однако для повышения качества образования студенты отметили также необходимость модернизации инфраструктуры университета. Среднее значение данного фактора составило 61,52.

В данной работе отдано предпочтение корреляционно-регрессионному анализу. Он имеет некоторые преимущества перед другими методами статистического анализа: возможность разностороннего исследования зависимости между различными факторами, а также получение оценки поведения результирующего фактора с возможностью его прогнозирования.

Все модели, представленные в данной работе, были проверены на адекватность с помощью различных критериев, включая ошибку аппроксимации, формула для которой приведена ниже:

$$A = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left| \frac{y_k - y_{\text{регр}}(x_k)}{y_k} \right| 100\% \quad (1)$$

где  $n$  — количество наблюдений,  $y_k$  — фактические значения,  $y_{\text{регр}}(x_k)$  — полученные значения.

При проведении корреляционного анализа были получены коэффициенты корреляции между всеми факторами. Для визуализации силы связи было использовано условное форматирование в виде цветовых шкал с обозначением сильных и слабых связей.

Сильная корреляция со значениями коэффициента корреляции большими 0,7 была выявлена между факторами «Оценка готовности к введению дополнительных рубежей контроля, таких как контрольные работы, самостоятельные работы, выполнение проектов и т.д.» и «Оценка готовности к увеличению самостоятельной/внеаудиторной работы». Данная сила связи представляет собой мультиколлинеарность, вследствие чего один из факторов, имеющих меньшую связь с зависимой переменной, «Оценка готовности к введению дополнительных рубежей контроля, таких как контрольные работы, самостоятельные работы, выполнение проектов и т.д.» был исключен.

Далее были исключены факторы, имеющие слабую связь с независимой переменной «Желание проходить обучение в вузе с использованием образовательной

модели 4C/ID» (значение коэффициента корреляции составило 0,18) и «Оценка необходимости введения дополнительных регулярных консультаций с преподавателем учебной дисциплины для устранения пробелов и уточнении непонятной информации по предмету» (значение коэффициента корреляции составило 0,16).

Методом исключения факторов со слабым влиянием на зависимую переменную, были получены основные факторы, влияющие на результат исследования.

Качество уравнения регрессии было оценено с помощью F-критерия Фишера  $F_{\text{эмп}} = 18,7938$ . Критическое значение критерия Фишера составило  $F_{\text{крит}} = 2,156$ . Следовательно,  $F_{\text{эмп}} > F_{\text{крит}}$  для уровня значимости 0,05, что говорит о статистической значимости уравнения в целом. Оценку статистической значимости коэффициентов регрессии и корреляции можно оценить с помощью критерия Стьюдента и доверительного интервала. Сравнивая табличные значения, полученные в результате регрессии, и критическое значение критерия Стьюдента, было установлено, что факторы «Оценка готовности к увеличению часов лекций/семинаров/компьютерных практикумов», «Оценка готовности к дополнительным практикам на производстве» и «Оценка готовности к дополнительному вовлечению в научно-исследовательскую работу, участие в конференциях» являются статистически не значимыми, исходя из этого факторы были исключены из расчета.

После проведения второго регрессионного анализа, учитывая t-статистику, было получено уравнение линейной регрессии, в которой все коэффициенты статистически значимы:

$$Y = 5,2737 + 0,405 * X_4 + 0,165 * X_6 + 0,462 * X_9, (2)$$

где  $Y$  — готовность студентов к обучению по модели 4C/ID и её модификациям и к изменению системы образования,  $X_4$  — оценка готовности к увеличению самостоятельной/внеаудиторной работы,  $X_6$  — оценка важности объяснения сложных моментов «на пальцах» при обучении,  $X_9$  — оценка необходимости модернизации инфраструктуры университета.

Таким образом, наибольшее влияние на зависимую переменную «Готовность студентов к обучению по модели 4C/ID и её модификациям и к изменению системы образования» оказывают такие факторы, как «Оценка готовности к увеличению самостоятельной/внеаудиторной работы», «Оценка важности объяснения сложных моментов «на пальцах» при обучении» и «Оценка необходимости модернизации инфраструктуры университета».

Анализируя результаты на данном этапе исследования, можно сделать вывод, о возможности использо-

вания данной интерпретируемой модели, которая является удовлетворительной с статистически значимым уравнение регрессии и ошибкой аппроксимации равной 30 %.

## 2. Построение интерпретируемых моделей в RStudio

Для нахождения наиболее точного результата было проведено построение множественной линейной регрессии в приложении RStudio, которое часто используется профессиональными аналитиками при построении прогнозных моделей.

Было рассмотрено несколько моделей, которые сравнивались с использованием различных статистических критериев. В качестве сравниваемых моделей были выбраны: модель со всеми факторами (коэффициент детерминации составил 0,42), модель с наиболее статистически значимыми факторами  $X_4, X_6, X_9$  (коэффициент детерминации составил 0,39), модель, построенная по принципу backward stepwise с факторами  $X_1, X_4, X_6, X_8, X_9$  (коэффициент детерминации составил 0,39).

Для выбора и оценки моделей был использован критерий Акаики (AIC), который представляет собой меру качества моделей. Чем меньше значение данного критерия, тем лучше считается модель. Критерий Акаики применяется для сравнения моделей, построенных на одной и той же выборке.

Для модели, использующей все факторы, значение критерия составило 1460,89, для модели, построенной путем отсева незначимых факторов значение критерия составило 1455,5, для модели, построенной по принципу backward stepwise значение критерия составило 1453,61.

Следовательно, последняя из моделей является более качественной, так как обладает наименьшим значением критерия. Данная модель включает в себя пять предикторов. Конечная формула множественной линейной регрессии для нее имеет вид:

$$Y = -2,56 + 0,14 * X_1 + 0,33 * X_4 + 0,14 * X_6 + 0,13 * X_8 + 0,4 * X_9, (3)$$

где  $Y$  — готовность студентов к обучению по модели 4C/ID и её модификациям и к изменению системы образования;  $X_1$  — желание проходить обучение в вузе с использованием образовательной модели 4C/ID,  $X_4$  — оценка готовности к увеличению самостоятельной/внеаудиторной работы,  $X_6$  — оценка важности объяснения сложных моментов «на пальцах» при обучении,  $X_8$  — оценка готовности к дополнительному вовлечению в научно-исследовательскую работу, участие в конференциях,  $X_9$  — оценка необходимости модернизации инфраструктуры университета.

Из уравнения видно, что при увеличении «Желания студентов обучаться по системе 4С/ID» и «Оценки важности объяснения сложных моментов «на пальцах» при обучении» на 1 балл по 100-бальной шкале их готовность возрастает на 0,14 балла, аналогично происходит и с другими критериями, влияющими на готовность студентов к изменению системы образования. Если увеличится «Оценка готовности к увеличению самостоятельной/внеаудиторной работы» на 1 балл, то зависимая переменная  $Y$  («Готовность студентов к обучению по модели 4С/ID и её модификациям и к изменению системы образования») возрастет на 0,33 балла, а если увеличится «Оценка необходимости модернизации инфраструктуры университета», то итоговая готовность студентов к изменению системы образования увеличится на 0,4 балла по 100-бальной шкале, что говорит о важности данного фактора.

Для оценки корреляционной точности между значениями готовности студентов к изменению системы образования, полученными количественным методом опроса, и предсказанными значениями можно использовать коэффициент корреляции. Этот коэффициент измеряет степень линейной зависимости между двумя переменными.

Значение корреляции между данными готовности студентов и предсказанными значениями составляет 0,63, говорит о том, что связь между переменными хорошая. Средняя ошибка аппроксимации составляет 33 %, значение среднеквадратической ошибки 18,49. Чем меньше это значение, тем лучше модель способна предсказывать.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что модель проявила хорошие прогнозные характеристики и обладает хорошей интерпретируемостью.

График сопоставления спрогнозированных значений готовности студентов к изменению системы обучения и полученными путем опроса студентов количественным методом представлен на Рисунке 2.

В случае необходимости получения более точных моделей возможно построение полиномиальной регрессии.

Для выявления наиболее оптимальной степени полинома было создано 9 моделей: начиная от полинома второй степени до модели с полиномом десятой степени. Модели сравнивались с помощью критерия Акаики и коэффициента детерминации  $R^2$ .

При сравнении значений критериев, было замечено, что качество моделей после использования полиномов пятой и шестой степени не улучшается значительно. Следовательно, можно остановиться на модели с полиномом пятой степени. Ввиду большого количества слагаемых в формуле полиномиальной регрессии уравнение полиномиальной регрессии не приводится.

С помощью программного приложения была проведена проверка корреляционной зависимости между значениями, полученными в результате опроса студентов и предсказанными значениями полиномиальной регрессионной модели: значение корреляции между

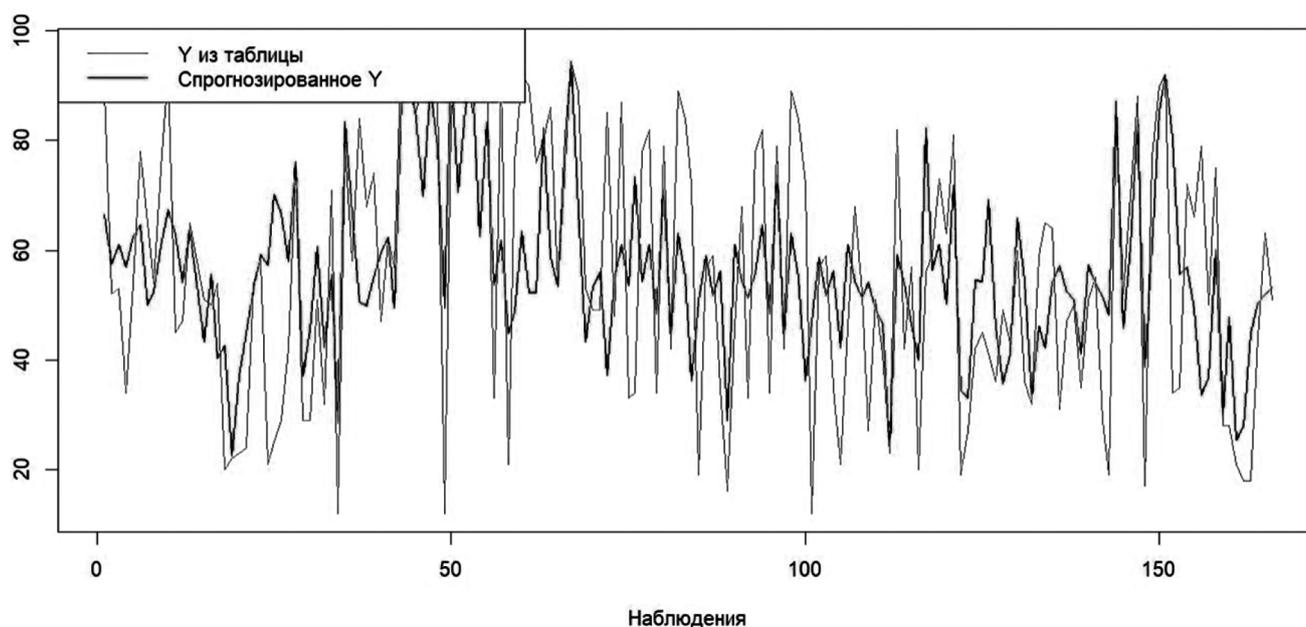


Рис. 2. График сравнения предсказанных значений зависимой переменной и значений, полученной путем опроса студентов

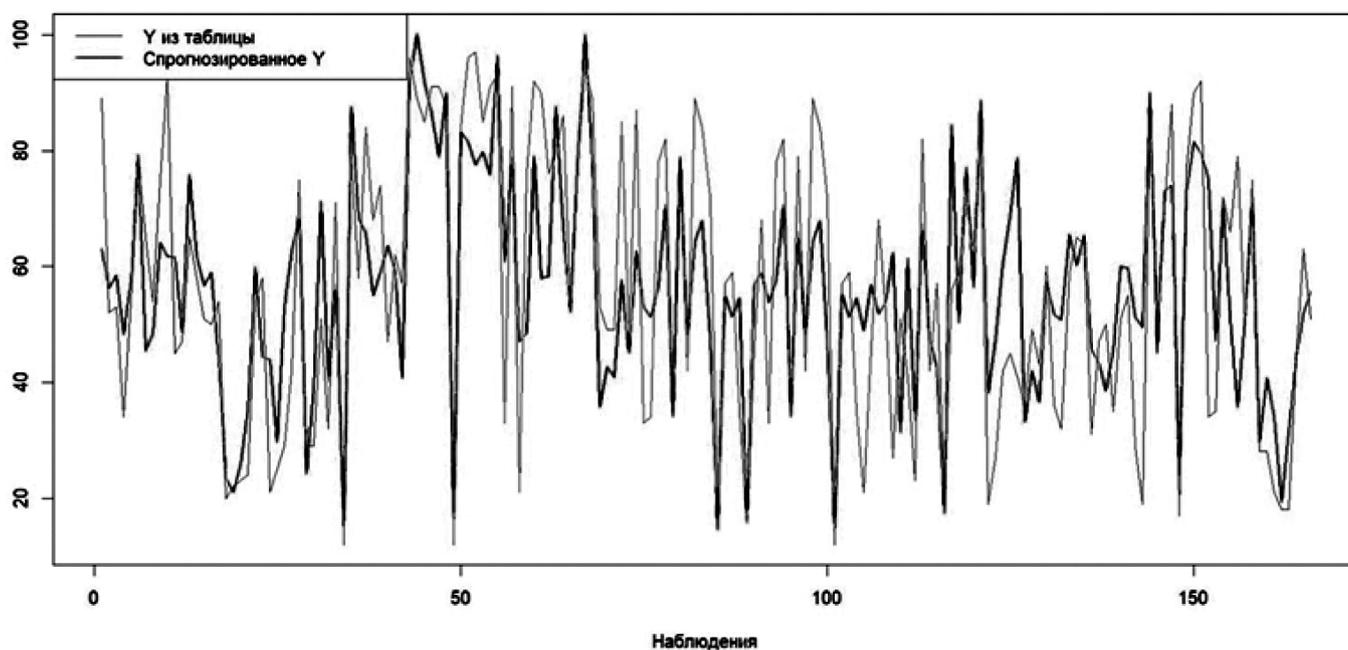


Рис. 3. График сравнения предсказанных значений зависимой переменной и значений, полученной путем опроса студентов

данными опроса и предсказанными значениями полиномиальной регрессионной модели составило 0,78. Значение среднеквадратической ошибки составило 14,95. На Рисунке 3 можно увидеть график сравнения предсказанных значений и значений переменной по данным опроса.

Модель демонстрирует значительно более высокую точность по сравнению с моделью линейной множественной регрессии, средняя ошибка аппроксимации составляет 26,8 %.

Для получения более точных прогнозных моделей могут быть использованы и другие методы моделирования такие, как построение деревьев решений, нейронная сеть и др. Однако основной целью являлось получение интерпретируемых моделей, лучшими из которых являются модели множественной линейной регрессии.

В данном расчете были взяты все факторы влияния на готовность студентов к обучению по модели 4C/ID и её модификациям и к изменению системы образования. Такой набор данных позволил сделать расчет прогнозирования наиболее точным за счет полного обзора каждого фактора. Но можно заметить, что наибольшее влияние имеют «Оценка готовности к увеличению самостоятельной/внеаудиторной работы», «Оценка важности объяснения сложных моментов «на пальцах» при обучении», «Оценка необходимости модернизации инфраструктуры университета», такие же, как и в модели множественной линейной регрессии.

### Заключение

Постоянное развитие общества и мира в целом заставляет модернизировать систему высшего образования для улучшения усвоения студентами информации. Постоянное развитие разных стран в последние десятилетия набирает большие обороты, поэтому появляется необходимость реформирования и изменения образовательной системы, так как именно система высшего образования является основой механизма развития социально-экономического развития страны, а от этого зависят внешняя и внутренняя политика государства и благосостояния общества в целом.

Система обучения 4C/ID сосредоточена на получении практического опыта, что в современном мире более эффективно, чем традиционные подходы, ведь совершенствование интеллектуального ресурса человека должно удовлетворять быстрому развитию информационных технологий.

В результате проведенного исследования были получены несколько регрессионных моделей. При сравнении разных моделей можно сделать вывод, модель множественной линейной регрессии демонстрирует менее точные прогнозы по сравнению с другими перечисленными моделями. Однако, главным преимуществом этой модели является ее интерпретируемость. Мы можем построить модель и получить базовую оценку того, как будет вести себя исследуемый элемент при изменении его на одну единицу. Это предоставляет удобный способ понять, как предикторы взаимодействуют с исследуемым

элементом. Таким образом, модель множественной линейной регрессии предоставляет ценную информацию для интерпретации результатов.

По результатам исследования были выявлены более значимые факторы, влияющие на зависимую переменную. По полученным данным можно сказать, что студенты не готовы к обучению, связанным с традиционными

подходами, в которых преобладают аудиторские занятия и многочисленные этапы промежуточного и итогового контроля. Однако студенты готовы к увеличению самостоятельной и внеаудиторной работы, к дополнительному вовлечению в научно-исследовательскую работу и участие в конференциях. Для студентов важным является объяснение преподавателем сложных моментов и модернизация инфраструктуры университета.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боброва Т.А. Современная система высшего образования Российской Федерации: основные проблемы и пути их решения // Молодой ученый, 2018. — № 45 (231). — С. 127–130. URL: <https://moluch.ru/archive/231/53422/> (Дата обращения: 05.07.2023).
2. Крайник В.Л. Высшее образование в России: тенденции и перспективы развития // Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета им. Богдана Хмельницкого, 2015. — № 1а (14), т. 5. — С. 81–85.
3. Новикова В.М. Проблемы и перспективы российского высшего образования // Вестник МГИМО Университета, 2012. — № 6. — С. 282–286.
4. Maloshonok N., Shcheglova I., Zhuchkova S. Undergraduates' orientations towards student-university relationships: Measurement and associations with student characteristics and engagement // Higher Education Quarterly. 2023. <https://doi.org/10.1111/hequ.12430>
5. Хавенсон Т.Е., Гизатуллин М.А. Тенденции развития образования // Вопросы образования. — 2020. — №2. — С. 188–195.
6. Van Merriënboer, J.J.G., & Kester, L. The four-component instructional design model: Multimedia principles in environments for complex learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 2014. — pp. 104-148.
7. Costa, J.M., Miranda, G.L. & Melo, M. Four-component instructional design (4C/ID) model: a meta-analysis on use and effect. *Learning Environments*. — 2021. <https://doi.org/10.1007/s10984-021-09373-y>.
8. Daniel, M., Stojan, J., Wolff, M., Taqui, B., Glasgow, T., Forster, S., & Cassese, T. Applying four-component instructional design to develop a case presentation curriculum. *Perspectives on Medical Education*. — 2018. — 7(4). — pp. 276–280. <https://doi.org/10.1007/s11251-021-09540-x2020>
9. Paas, F., & van Merriënboer, J.J.G. Cognitive-load theory: Methods to manage working memory load in the learning of complex tasks. *Current Directions in Psychological Science*. — 2020. — 29(4). — pp. 394–398. <https://doi.org/10.1177/0963721420922183>
10. Юдина У.Г. Шкалы ECERS как метод оценки качества и развития российской системы дошкольного образования // Современное дошкольное образование. Теория и практика, 2015. — №7 (59). — С. 22–26.
11. Paas, F., van Gog, T., & Sweller, J. (Eds.). *Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives*. *Educational Psychology Review*. — 2010. — 22. — pp. 115–121. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9133-8>
12. Кишинская В.С. Качественные данные и методы социологического исследования // Петербургская социология сегодня, 2011. — Т.1. — С.366–373.
13. Рождественская Е.Ю. Надежность качественных методов и качество данных // Интеракция. Интервью. Интерпретация, 2014. — Том. 6. № 8. — С. 16–29.
14. Ярошенко Н.Н., Буденок Е.Д., Хахалева Е.А. Корреляционно-регрессионный анализ как способ прогнозирования экономического развития предприятия. // Вестник Академии знаний, 2021. — №44(3). — С. 249–252.
15. Кузьмин Р.И., Макарова Л.Н. Специфика корреляционно-регрессионного моделирования в рамках психолого-педагогических исследований // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 2012. — Т. 17. №3. — С. 1059–1067.
16. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Математическая статистика. Учебник. — М.: Либроком, 2020. — С. 352.

© Кондрашова Елизавета Владимировна ([elizavetakondr@gmail.com](mailto:elizavetakondr@gmail.com)); Мацевич Татьяна Анатольевна ([MatseevichTA@mgsu.ru](mailto:MatseevichTA@mgsu.ru));

Чумазова Надежда Леонидовна ([nchu13062001@gmail.com](mailto:nchu13062001@gmail.com))

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# СПОСОБ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ И РАДИОПЕЛЕНГАЦИИ<sup>1</sup>

## AUTONOMOUS VEHICLE POSITIONING APPROACH BASED ON MACHINE VISION AND DIRECTION FINDING

**M. Nikitenko  
D. Khudonogov  
Ya. Popinako**

*Summary.* The article presents an autonomous vehicle (AV) control approach in closed technological area based on machine vision combined with radio direction finding in case of route loss by control system. The results of signal modulation types comparison are presented to determine objects moving direction with minimum mistakes.

*Keywords:* autonomous transport, autonomous vehicle, machine vision, radio direction finding, moving objects orientation, route, moving route.

**Никитенко Михаил Сергеевич**

Кандидат технических наук, заведующий лабораторией, Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Кемерово, ltd.mseng@gmail.com

**Худоногов Данила Юрьевич**

Научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Кемерово, admolv@gmail.com

**Попинако Ярослав Владимирович**

Инженер, Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Кемерово, popinako@yandex.ru

*Аннотация.* Представлен способ управления автономными транспортными средствами (АТС) на закрытых технологических участках, основанный на машинном зрении, дополненный средствами радиопеленгации в условиях потери управляющей системой пространственной привязки к маршруту. Представлены результаты сравнения видов модуляции сигналов с целью определения направления движения объектов с минимальными отклонениями.

*Ключевые слова:* автономный транспорт, автономное транспортное средство, машинное зрение, радиопеленгация, ориентация подвижных объектов, маршрут, траектория движения.

Вдобывающей промышленности активно развиваются технологии управления автономными транспортными средствами (АТС). Инженерные решения, методы, способы и подходы реализации управления наиболее часто базируются на применении систем машинного зрения, аппаратных средствах определения препятствий, спутниковой навигации, искусственного интеллекта и построении карт маршрутов [1–3].

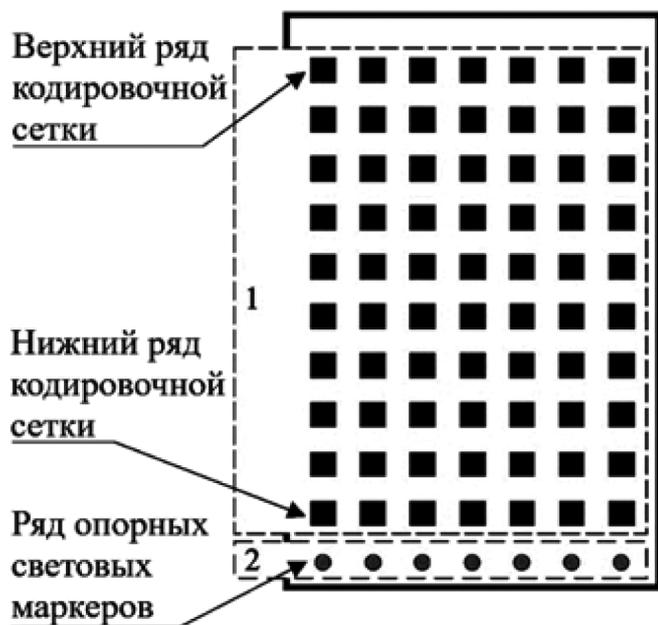
В предшествующих работах [4, 5] авторами был предложен альтернативный подход к применению системы машинного зрения для реализации задачи управления АТС на закрытом технологическом участке, основанный на подсветке траектории движения световыми маркерами в виде совокупности лазерных линий для лока-

лизации зоны интереса и упрощения обрабатываемой видеосцены. Вторым типом светового маркера, предназначенным для ориентирования АТС на закрытом технологическом участке, являются световые информационные табло, сигналы которых определяют дальнейшее направление движения для системы машинного зрения.

### Световое сигнальное табло с кодировочной сеткой и опорными маркерами

Световое информационное табло представляет собой прямоугольный короб с размещенной на передней стороне матрицей световых излучателей в оптических ограничителях, размещенных на одинаковом расстоянии друг от друга по семь штук в горизонтальной пло-

<sup>1</sup> «Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. №1144-р (Соглашение от 28.09.2022 №075-15-2022-1199)».



скости и по десять штук в вертикальной (7x10), образуя, так называемую, кодировочную сетку. Под нижним рядом кодировочной сетки световых маркеров располагается ряд световых источников, которые являются опорными световыми маркерами и определяют для системы машинного зрения соответствующую вертикаль кодировочной сетки, задающую прямолинейность движения АТС.

Такой эффект достигается алгоритмом распознавания машинным зрением, где при движении АТС определяется совокупность вертикальных световых маркеров сверху вниз, что обеспечивает управление движением АТС при прямолинейном движении. Световой маркер индикации направления движения отображается на световом сигнальном табло и состоит из двух зон: 1 — кодировочной сетки световых маркеров и 2 — опорных световых маркеров. Задача светового маркера индикации направления движения — указать системе машинного зрения визуального распознавания маркеров, в каком направлении двигаться АТС, обеспечивая тем самым изменение направления движения.

Алгоритм позиционирования АТС при движении в рамках закрытого технологического участка предполагает выполнение основного блока алгоритма на базе системы машинного зрения, а также блока алгоритма позиционирования с применением средств радиопеленгации, в качестве дополнения к работе алгоритмов позиционирования АТС в условиях потери управляющей системой на основе машинного зрения пространственной привязки к маршруту. Не исключаются ситуации, в которых световое сигнальное табло не будет попадать в горизонтальную зону видимости камеры АТС. В этом случае радиопеленгация позволит определить направ-

ление на источник радиоизлучения, который устанавливается непосредственно на световом информационном табло, а приемное устройство на борту АТС, обеспечит корректировку его движения.

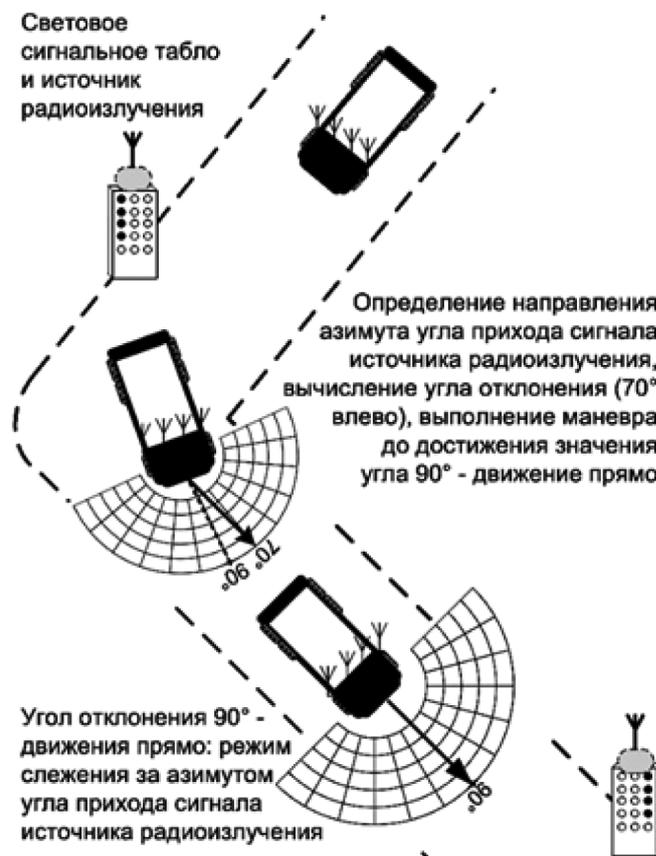


Схема выполнения маневра АТС на основе радиопеленгации

Алгоритмически, такой способ работает следующим образом:

- определить направление азимута угла прихода сигнала источника радиоизлучения;
- выполнить расчёты параметров корректировки движения АТС в соответствии с определённым направлением сигнала;
- установить параметры управления движением АТС: угол поворота колёс и минимальную скорость манёвра;
- перейти в режим слежения за азимутом угла прихода сигнала источника радиоизлучения и при достижении заданного градуса прямой видимости продолжать коррекцию движения АТС, то есть удерживать на маршруте движения.

Применение радиопеленгационных методов должно обеспечивать достаточную точность пеленгационной характеристики (определять пеленгационный рельеф). Одним из основных параметров влияния на точностные

характеристики является соотношение сигнал/шум. Следует заметить, что при большом отношении сигнал/шум можно получить приемлемую точность пеленгации даже при широких пеленгационных характеристиках.

Таким образом, применительно к описанному способу радиопеленгации, был использован алгоритм MUSIC (MUltiple Signal Classification), который позволяет определить угловые направления прихода сигналов и определить текущее пеленгационное положение АТС. Однако, в задачах радиопеленгации важно оценивать и вид модуляции сигнала радиоизлучателя.

	АМ	ВРСК	QPSK
Достоинства	Средний уровень сложности разработки	Обрабатывает высокий уровень шума и искажений до принятия демодулятором неверного решения	Скорость передачи выше относительно ВРСК (модулирует 2 бит/символ)
Недостатки	Невысокая помехоустойчивость	1. Не подходит для высокой скорости передачи данных (модулирует 1 бит/символ) 2. Фазовая неоднозначность	Более сложная реализация по сравнению с ВРСК Фазовая неоднозначность
Точность для методов пеленгации	Средний уровень отклонений	Минимальные отклонения	Наибольшие отклонения

В ФИЦ УУХ СО РАН было проведено исследование для трех видов модуляции: амплитудная (АМ); фазовая манипуляция (ВРСК) и квадратурно фазовая манипуляция (QPSK), с целью определения достоинств, недостатков и точностных показателей для методов пеленгации. Результаты исследований приводятся в таблице.

Результаты проведенных исследований показали средний результат по минимальному отклонению для амплитудной модуляции, но очень сильное влияние шума и помех.

По результатам исследований ВРСК и QPSK имеют одинаковое значение коэффициента ошибки и вектора ошибки при отношении сигнал/шум на 40 дБ.

Следует учесть, что для достижения такой же вероятности битовой ошибки, QPSK необходимо использовать удвоенную мощность (поскольку два бита передаются одновременно). Результаты эксперимента показали, что ВРСК имеет угол отклонения меньше, чем QPSK, что делает его более предпочтительным в рамках поставленной задачи.

Таким образом, с учетом полученных данных, представленный способ дополнения системы машинного зрения средствами радиопеленгации в условиях потери управляющей системой пространственной привязки к маршруту позволит своевременно провести корректировку траектории движения АТС на световое информационное табло.

ЛИТЕРАТУРА

- Клебанов Д.А. Применение автономной и дистанционно-управляемой техники на открытых горных работах // Горная промышленность. 2020. № 6. С. 14-18.
- Анализ современных систем ориентирования в пространстве / Н.С. Реута, [и др.] // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2017. Т. 1. С. 151-153
- Гусев С.И., Елифанов В.В. Система функционирования беспилотного автотранспортного средства // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2019. № 4(88). С. 63-67.
- Никитенко М.С., Кизилов С.А., Худогов Д.Ю. Анализ подходов к управлению автономными транспортными средствами // Современные наукоемкие технологии. 2022. №12-2. С. 278-283
- Кизилов С.А., Никитенко М.С. Концепция применения технологий компьютерного зрения для управления автономным транспортом // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2020. № 6. С. 235-238.
- Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2002. 608 с.
- Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. Практический подход. Изд. 2-е. М.: Вильямс, 2004. 992с.

© Никитенко Михаил Сергеевич (ltd.mseng@gmail.com); Худогов Данила Юрьевич (admolv@gmail.com);  
 Попинако Ярослав Владимирович (popinako@yandex.ru)  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИННОВАЦИОННАЯ КОРПОРАТИВНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ КРУПНЫХ РОЗНИЧНЫХ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ

## AN INNOVATIVE CORPORATE PLATFORM FOR LARGE RETAIL NETWORKS

**A. Novikova  
O. Romashkova**

*Summary.* This article addresses the strategies for improving internal processes in large retail networks through the implementation of innovative corporate platforms. The authors emphasize the platform's functionality, including the integration of brainstorming options as a means of stimulating creative thinking. The article provides examples of successful platform implementations in the industry, discusses the benefits available to companies, and explores future development prospects in this area. This material serves as a foundation for enterprises aiming to optimize internal processes and enhance the creative potential of their teams.

*Keywords:* Brainstorming method, internal audit, business, process organization, information process management.

**Новикова Алина Сергеевна**

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)»  
Alinanova.s@yandex.ru

**Ромашкова Оксана Николаевна**

Доктор технических наук, профессор, профессор,  
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства  
и государственной службы при Президенте РФ  
(РАНХиГС)» г. Москва  
ox-rom@yandex.ru

*Аннотация.* В данной статье поднимается вопрос о стратегиях улучшения внутренних процессов в крупных розничных торговых сетях через внедрение инновационных корпоративных платформ. Автор акцентирует внимание на функциональности платформы, включая интеграцию опций мозгового штурма, как средства стимулирования творческого мышления. Статья предоставляет примеры успешной реализации таких платформ в индустрии и обсуждает выгоды, доступные компаниям, а также перспективы будущего развития в данной области. Этот материал служит основой для предприятий, стремящихся оптимизировать внутренние процессы и активизировать творческий потенциал своих команд.

*Ключевые слова:* метод мозгового штурма, внутренний аудит, бизнес, организация процессов, управление информационными процессами.

### Введение

В современном мире быстрого развития технологий и глобализации, крупные розничные торговые сети оказываются перед необходимостью постоянного совершенствования своих внутренних процессов для эффективного управления и конкурентоспособности на рынке. Одним из ключевых аспектов улучшения этих процессов является внедрение корпоративных платформ, спроектированных для оптимизации взаимодействия команд и стимулирования творческого мышления. В данной статье мы рассмотрим создание такой платформы, которая станет не просто инструментом для управления задачами, но и настоящим комбайном для взаимодействия удаленных команд, интеграции опций мозгового штурма и повышения общей эффективности внутренних рабочих процессов.

Настоящая необходимость в изменении подхода к управлению процессами стала явной в условиях постоянно меняющегося бизнес-окружения, особенно в периоды глобальных вызовов, таких как пандемия COVID-19. Требования к управлению командами и обеспечению их продуктивности претерпели существенные изменения, и традиционные методы оказались недостаточно эффективными. В этом контексте создание интегрированной

корпоративной платформы становится актуальной задачей, решение которой может привести к существенному улучшению бизнес-процессов и обеспечению устойчивого развития компании [1].

Следующие разделы статьи будут более подробно рассматривать основные аспекты создания корпоративной платформы, включая функциональность, интеграцию опций мозгового штурма и практические примеры успешной реализации.

### Корпоративная платформа для управления процессами

Сердцем эффективного управления внутренними процессами является современная корпоративная платформа, спроектированная с учетом требований крупных розничных торговых сетей. Такая платформа должна включать в себя ряд ключевых функций, направленных на оптимизацию взаимодействия команд и улучшение операционной эффективности.

#### 1. Централизованное управление задачами.

Система управления задачами должна быть интуитивной и легкой в использовании. Централизованное

место для создания, назначения и отслеживания задач позволит командам более эффективно справляться с поставленными задачами. Электронные доски и календари помогут визуализировать текущие процессы и предоставят прозрачность в выполнении задач.

## 2. Интеграция средств коммуникации.

Важным аспектом платформы является интеграция современных средств коммуникации. Возможность обмена сообщениями, проведения видеоконференций и общения в реальном времени сократит временные затраты на коммуникацию, а также способствует более тесному взаимодействию удаленных команд.

## 3. Аналитика и отчетность.

Встроенные инструменты аналитики позволяют отслеживать эффективность процессов и выявлять области для улучшения. Отчеты о выполнении задач, временных затратах и другие метрики помогут руководству принимать обоснованные решения на основе данных [2].

## 4. Гибкие настройки и расширяемость.

Каждая компания уникальна, и платформа должна предоставлять гибкие настройки, позволяя адаптировать функционал под специфику бизнес-процессов. Важно также иметь возможность легкого масштабирования функционала при необходимости.

## 5. Безопасность и контроль доступа.

Учитывая важность защиты корпоративных данных, платформа должна обеспечивать высокий уровень безопасности. Контроль доступа и шифрование данных должны быть встроены в ее функционал.

Создание такой корпоративной платформы представляет собой не только техническую задачу, но и требует внимания к психологическим аспектам взаимодействия команд. В следующем разделе мы рассмотрим, как интегрировать опции мозгового штурма в эту платформу, чтобы стимулировать творческое мышление и инновации внутри компании.

### Интеграция опций мозгового штурма

Опции мозгового штурма несут в себе богатый потенциал для стимулирования инноваций и развития творческого мышления внутри организации. Внедрение этих опций в корпоративную платформу преобразует не только способ взаимодействия команды, но и способствует формированию уникальной культуры, где каждый член команды воспринимает себя как активного участника в процессе разработки идей.

## 1. Объяснение важности мозгового штурма для инноваций.

Мозговой штурм выходит за рамки простого обмена идеями. Это водопад идей, где каскад творческих мыслей усиливает инновационные возможности. Позволяя каждому члену команды внести свой вклад, мозговой штурм способствует созданию нестандартных решений, которые могут стать ключевым фактором в достижении целей компании.

## 2. Как опции мозгового штурма могут быть интегрированы в корпоративную платформу.

Интеграция опций мозгового штурма в корпоративную платформу — это создание полного системного подхода к креативному процессу. Это включает в себя не только пространство для идей, но и тщательно спроектированные инструменты для их разработки и оценки [3]. Виртуальные доски для мозгового штурма, механизмы группового обсуждения, системы оценки и фильтрации идей — всё это становится доступным внутри платформы.

Интеграция должна быть гибкой и адаптивной, учитывая особенности отрасли и потребности конкретной компании. Прозрачность и доступность этих инструментов способствуют активному вовлечению сотрудников, а также создают открытую среду, где каждый чувствует себя свободным высказывать свои идеи.

Процесс интеграции также предполагает обучение сотрудников эффективному использованию инструментов мозгового штурма и стимулирование их активного участия. Это включает в себя проведение обучающих сессий, поддержку со стороны руководства и создание позитивного опыта для обеспечения долгосрочной эффективности.

Таким образом, интеграция опций мозгового штурма в корпоративную платформу не только эффективно использует потенциал креативности внутри команды, но и строит культуру инноваций, что становится важным фактором в быстро меняющемся бизнес-окружении.

### Примеры успешной реализации

Проанализировать успешные кейсы внедрения корпоративных платформ в других компаниях позволяет выделить ключевые элементы и подходы, которые сделали эти проекты успешными.

Краткие кейсы успешного внедрения платформы в других компаниях:

#### 1. Slack.

Внедрение Slack внутри компании стало переломным моментом в организации коммуникации. Интегра-

ция чатов, каналов и возможность быстро обмениваться документами привели к значительному ускорению процессов обмена информацией. Компания смогла снизить время на согласование решений и улучшить координацию между различными подразделениями.

### 2. Miro.

Инструмент Miro стал незаменимым для команд, занимающихся творческим процессом и мозговым штурмом. Виртуальные доски, инструменты для визуализации и коллективной работы сделали процесс идеаций более эффективным и интерактивным. Компании, внедрившие Miro, отмечают рост производительности и улучшение качества разработки идей.

### 3. Microsoft Teams.

Microsoft Teams успешно интегрирует средства общения, коллективной работы и встреч, предоставляя команде все необходимые инструменты в одном месте. Голосовые и видеозвонки, обмен файлами, совместная работа над проектами — всё это стало более удобным и эффективным благодаря интеграции платформы.

## Выделение конкретных результатов и улучшений

Успешные внедрения корпоративных платформ сопровождаются конкретными результатами. Например, компании, внедрившие Slack, отмечают уменьшение объема электронной почты и повышение скорости принятия решений. Внедрение Miro способствует улучшению визуализации и структурированию идей, что в итоге приводит к более качественным концепциям продуктов.

Процесс внедрения платформы часто сопровождается сопутствующими изменениями в корпоративной культуре, улучшением коммуникации и укреплением взаимодействия внутри коллектива. Компании, успешно внедрившие Microsoft Teams, подчеркивают улучшение совместной работы и более эффективное использование времени на удаленной работе.

Таким образом, примеры успешной реализации демонстрируют, как интеграция корпоративной платформы может стать ключевым фактором в повышении эффективности, улучшении коммуникации и стимулировании инновационных процессов в различных компаниях.

## Выгоды и перспективы развития

Внедрение корпоративной платформы для управления внутренними процессами приносит с собой множество выгод и открывает перспективы развития, которые могут существенно повлиять на успех компании в долгосрочной перспективе [4].

Преимущества, которые предоставляет платформа для улучшения внутренних процессов:

### 1. Повышение Производительности

Внедрение инновационной корпоративной платформы способствует оптимизации внутренних процессов, что в свою очередь повышает общую производительность команды. Удобство взаимодействия, эффективное управление задачами и интеграция инструментов существенно сокращают временные затраты на выполнение задач.

### 2. Стимулирование Творчества и Инноваций

Корпоративная платформа, оснащенная опциями мозгового штурма, создает благоприятное окружение для творческого мышления и генерации инновационных идей. Взаимодействие в виртуальных пространствах для мозгового штурма активизирует творческий потенциал коллектива, способствуя разработке уникальных концепций.

### 3. Улучшение Коммуникации

Интеграция средств коммуникации в корпоративную платформу упрощает процессы обмена информацией и содействует улучшению внутренней коммуникации. Это особенно актуально для компаний с удаленными командами, где быстрый и структурированный обмен идеями — ключевой элемент успеха.

### 4. Аналитика и Отчетность

Корпоративные платформы предоставляют мощные инструменты аналитики и отчетности, позволяя более детально оценивать эффективность процессов и принимать обоснованные решения на основе данных. Это способствует более точному контролю и планированию деятельности.

## Перспективы развития и будущие направления исследований

### 1. Интеллектуальные решения.

Будущее корпоративных платформ видится в развитии интеллектуальных решений, способных предсказывать потребности команды и предлагать инновационные подходы к управлению процессами. Применение искусственного интеллекта для оптимизации бизнес-процессов станет ключевым направлением.

### 2. Персонализированные подходы.

Развитие платформ в сторону персонализированных решений, адаптированных к конкретным потребностям

компании и её сотрудников. Создание уникальных конфигураций и интеграций, учитывающих особенности отрасли, позволит максимально эффективно использовать корпоративные платформы.

### 3. Интеграция с технологиями будущего

Благодаря стремительному развитию технологий, будущие корпоративные платформы будут тесно интегрированы с новыми технологиями, такими как расширенная реальность (AR) и виртуальная реальность (VR). Это откроет новые возможности для коммуникации и взаимодействия [5].

В целом, внедрение корпоративной платформы представляет собой стратегически важное решение для современных компаний, а перспективы развития этого направления предвещают более эффективное управление, стимулирование инноваций и адаптацию к будущим вызовам.

### Заключение

В заключении стоит подчеркнуть, что создание корпоративной платформы для управления процессами и интеграции опций мозгового штурма представляет собой важный шаг в эпоху современного бизнеса. Способность быстро адаптироваться к изменениям, стимулировать творческое мышление и обеспечивать эффективное взаимодействие команд становится определяющими факторами конкурентоспособности.

Платформы, такие как Slack, Miro и Microsoft Teams, уже демонстрируют успешные практики в области управления процессами и совместной работы. Однако

каждая компания имеет свои уникальные особенности, и важно выбирать и настраивать платформу в соответствии с конкретными потребностями.

Основные моменты, которые следует выделить:

1. Корпоративная платформа становится центральным элементом эффективного управления внутренними процессами.
2. Интеграция опций мозгового штурма создает уникальное пространство для творчества и инноваций.
3. Примеры успешной реализации подчеркивают значимость выбора правильной платформы и её влияние на результаты компании.
4. Выгоды включают в себя повышение производительности, стимулирование творческого мышления и улучшение общей коммуникации.
5. Перспективы развития включают интеллектуальные решения, персонализированные подходы и интеграцию с будущими технологиями.

Будущее корпоративных платформ обещает еще более интегрированные и интеллектуальные решения. Развитие и использование новых технологий, внедрение искусственного интеллекта и улучшение аналитических возможностей создадут более высокоэффективные инструменты для бизнеса [6].

В конечном итоге, компании, которые осмелятся внедрить инновационные корпоративные платформы [7], будут на переднем крае трансформации внутренних процессов и станут лидерами в создании среды для творчества, эффективной коммуникации и устойчивого развития.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров Я.В., Федин Ф.О., Ромашкова О.Н. Разработка требований к автоматизированной системе оценивания результатов инновационной деятельности образовательной организации // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021. № 6. С. 96–101.
2. Ромашкова О.Н., Федин Ф.О., Фролов П.А. Применение нейросетевых технологий для проверки благонадежности контрагентов сетевой торговой компании // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2018. № 7. С. 126–130.
3. Sutherland J. S. The Art of Doing Twice the Work in Half the Time — New York: Crown Business, 2014. — 256 p.
4. Заболотникова В.С. Модель функционирования информационной управленческой системы для налоговой службы // В сборнике: Новое слово в науке: стратегии развития. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. 2017. С. 175–177.
5. Collins-Sussman B., Fitzpatrick B., Pilgrim J.T. A Software Developer's Guide to Working Well with Others — Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2012. — 194 p.
6. Romashkova O.N., Ponomareva L.A., Vasilyuk I.P. The Process of Automating the Rating of Russian Universities // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. 9. Сер. «Selected Papers of the Proceedings of the 9th International Conference Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems, ITTMM 2019» 2019. С. 109–117.
7. Ромашкова О.Н., Фролов П.А. Технология расчета показателей прибыли и рентабельности в коммерческой организации // Фундаментальные исследования. 2016. № 4-1. С. 102–106.

# УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНИВАНИЯ ПРИБЫЛЬНОСТИ ГАРАНТИЙ ИСПОЛНЕНИЯ КОНТРАКТА НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

## ENCHANCING A MACHINE LEARNING- BASED METHOD TO EVALUATE THE PROFITABILITY OF CONTRACT EXECUTION GUARANTEES

**P. Protasov  
E. Potekhina**

*Summary.* The present study is focused on investigating the intricacies associated with the concurrent utilization of two distinct machine learning models, each developed with different specifications and dedicated to forecasting the likelihood of contract non-performance during the issuance of a bank guarantee. Within the context of this research, a comprehensive approach for evaluating the profitability of a bank guarantee portfolio is proposed, taking into account the magnitude of the commission remuneration linked to the issuance of the guarantee, the expenditure incurred for acquiring the requisite data for model development and replication, and a quantitative assessment of the risk of contract default, under which the bank guarantee is provided. Conclusions are drawn concerning the connection between the scale of data acquisition costs pertinent to model development and replication and the overall yield of the guarantee portfolio. These elucidated methodologies offer a framework for devising strategies to determine the optimal threshold of the model assessment based on the profitability metric, while factoring in the pertinent business metrics that characterize the specific operational context.

*Keywords:* binary classification, gradient boosting, confusion matrix, profitability.

**Протасов Павел Сергеевич**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Российский Государственный  
Социальный Университет»  
1psv@mail.ru

**Потехина Елена Витальевна**

Доктор экономических наук, профессор, ФГБОУ ВО  
«Российский Государственный  
Социальный Университет»  
elengapotechina@mail.ru

*Аннотация.* Работа посвящена аспектам совместного использования двух моделей машинного обучения, разработанных на разных характеристиках и предсказывающих риск неисполнения контракта, в процессе выдачи банковской гарантии. Предлагается метод оценивания прибыльности портфеля банковских гарантий, учитывающий размер комиссионного вознаграждения за выдачу гарантии, стоимость расходов на данные, необходимые для разработки и воспроизведения модели, а также количественную оценку риска неисполнения контракта, под который предоставляется банковская гарантия. Сделаны выводы относительно взаимосвязи между величиной расходов на данные, необходимые для разработки и воспроизведения модели, и доходностью портфеля гарантий. Описанные подходы позволяют сформулировать стратегии нахождения оптимального уровня отсека модельной оценки на основе показателя прибыльности, учитывая бизнес-метрики конкретной задачи.

*Ключевые слова:* бинарная классификация, градиентный бустинг, матрица неточностей, прибыльность.

### Введение

Высокие темпы роста рынка государственных закупок РФ в последние годы свидетельствуют об активном участии большого количества игроков на этом рынке, включая не только крупные компании, но и организации среднего и малого бизнеса. Внедрение и дальнейшее развитие цифровых технологий в сфере государственных закупок сделали процесс проведения закупки более эффективным и прозрачным, одновременно создав условия высокой конкуренции. Одним из основных способов обеспечения закупки в соответствии с требованиями Федерального закона «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 г.

№ 44-ФЗ (далее 44-ФЗ) является предоставление обеспечения по государственной закупке в виде банковской гарантии [5]. Банковская гарантия представляет собой такой вид обеспечения, при котором банк гарантирует заказчику выплату суммы обеспечения, в случаях, если подрядчик нарушит, либо не сможет выполнить условия контракта в установленный срок.

Большой объем информации по государственным закупкам 44-ФЗ, публикуемый и доступный в настоящее время на официальном портале «Единая информационная система в сфере закупок» [5], открывает возможности для проведения разносторонних аналитических исследований и разработки моделей машинного обучения на основе этих данных. Исходя из конкретных целей, для

моделирования могут быть использованы и другие виды данные. К таким данным можно отнести финансовую отчетность подрядчика, информацию о его кредитной истории, судебных тяжбах. Эти данные позволят увеличить точность модельной оценки, но некоторые из этих данных могут быть получены только на коммерческой основе (например, запрос кредитной истории подрядчика в бюро кредитной истории).

С ростом доступности источников данных при решении задач прогнозирования рисков, связанных с государственными закупками, все чаще используются подходы, основанные на математическом моделировании и машинном обучении. Подход на основе машинного обучения предложен авторами Кулаевым М.А., Домашовой Д.В. [4], которые в своей статье представили методику решения задач классификации на базе различных модификаций моделей на основе деревьев решений. Авторами Ивановым Н.В., Валпетерс М.Л., Киреевым И.А. [3] было рассмотрено несколько решений задачи определения вероятности исполнения контракта в строительной отрасли на основе регрессионной модели, а также нелинейных алгоритмов (дерево решений, случайный лес). Ещё один подход к оценке рисков государственных закупок, использующий такие алгоритмы машинного обучения, как случайный лес, классический градиентный бустинг и CatBoost, описан авторами Елисеевым Д., Романовым Д. [2]. Описанные методы позволили преодолеть ограничения, связанные с учетом большого количества параметров в модельных оценках, но оставили открытым вопрос выражения стоимости риска неисполнения государственного контракта как основного аспекта при принятии решения о выдаче банковской гарантии.

**Постановка задачи и решение**

В статье представлен метод оценивания прибыльности портфеля банковских гарантий при условии совместного использования модельных оценок риска неисполнения контракта, полученных по двум моделям машинного обучения (на примере гарантий исполнения государственного контракта 44-ФЗ). Описанный метод реализуется на основе модельных оценок риска и стоимости расходов на получение дополнительных данных, необходимых для обучения и воспроизведения модели.

Моделирование риска неисполнения контракта относится к задачам бинарной классификации, где прогноз события зависит от порогового уровня отсеечения модельной оценки, определенного с помощью матрицы неточностей.

Модель

$\hat{Y}=0 \hat{Y}=1$

$$M(\tau) = \begin{bmatrix} TN(\tau) & FP(\tau) \\ FN(\tau) & TP(\tau) \end{bmatrix} \begin{matrix} Y = 0 \\ Y = 1 \end{matrix} \text{ Реальность} \quad (1)$$

где  $M_\tau$  — матрица неточностей бинарной классификации;

$\hat{Y}$  — прогнозный исход события на основе модельной оценки;

$Y$  — фактический исход события (позитивный исход при  $Y=1$ ; негативный исход  $Y=0$ );

$\tau$  — пороговый уровень отсеечения модельной оценки;

$TN(\tau)$  — результат классификации, при котором правильно определен негативный исход;

$FP(\tau)$  — результат классификации, при котором ошибочно определен позитивный исход;

$FN(\tau)$  — результат классификации, при котором ошибочно отвергнут позитивный исход;

$TP(\tau)$  — результат классификации, при котором правильно определен позитивный исход.

Опираясь на информацию, представленную в формуле (1) прибыль по заданному портфелю гарантий в зависимости от уровня отсеечения  $\tau$  можно рассчитать по формуле:

$$P_\tau = \left( \sum_{\substack{i=1, \\ \forall i \in \\ (S_i \leq \tau)}}^n (FN\_FEE_i + TN\_FEE_i - FN\_AMT_i) \right) - C \quad (2)$$

где  $P_\tau$  — прибыль (в денежных единицах);

$S_i$  — модельная оценка вероятности неисполнения контракта для  $i$ -гарантии (в долях единицы);

$i$  — наблюдение (гарантия) в заданной выборке (портфеле);

$\tau$  — пороговый уровень отсеечения модельной вероятности неисполнения контракта (в долях единицы);

$FN\_FEE_i$  — сумма комиссионного вознаграждения, полученная за выдачу  $i$ -гарантии, с результатом классификации FN (в денежных единицах);

$TN\_FEE_i$  — сумма комиссионного вознаграждения, полученная за выдачу  $i$ -гарантии, с результатом классификации TN (в денежных единицах);

$FN\_AMT_i$  — сумма, выданной  $i$ -гарантии, с результатом классификации FN (в денежных единицах);

$C$  — сумма расходов на дополнительные данные, используемые в модельной оценке вероятности неисполнения контракта по заданному портфелю гарантий (в денежных единицах).

Далее необходимо найти такой уровень отсеечения модельной оценки, при котором сумма прибыли будет максимальной.

$$P(\tau) \rightarrow \max \quad (3)$$

Из формулы (2) также видно, что прибыль  $P$  зависит не только от результата классификации по уровню от-

сечения  $\tau$ , но и от суммы расходов  $C$  на получение дополнительных данных для модели. Как правило, такие расходы имеют переменный характер, и зависят от количества запросов на получение дополнительных данных, необходимых для расчета по модели (например, плата за 1 запрос кредитной истории в одном из бюро кредитных историй)

Изменяя значения таких параметров, как уровень отсечения  $\tau$  и сумму расходов  $C$  можно выделить два основных направления поиска максимальной прибыли по моделям с учетом дополнительных расходов и без них.

Стратегия № 1 выражается следующими формулами:

$$P_1 = \max\left(\left[ P_{\tau_1}^{v1} \quad P_{\tau_2}^{v1} \quad \dots \quad P_{\tau_{100}}^{v1} \right]\right) \quad (4)$$

где  $P^{v1}$  — прибыль по модели без дополнительных расходов на всем заданном портфеле;

$\tau$  — перцентиль модельной оценки  $S^{v1}$  по модели без дополнительных расходов;

$$P_2 = \max\left(\left[ P_{\phi_1}^{v2} \quad P_{\phi_2}^{v2} \quad \dots \quad P_{\phi_{100}}^{v2} \right]\right) \quad (5)$$

где  $P^{v2}$  — прибыль по модели с дополнительными расходами на части заданного портфеля, где для  $i$ -гарантии выполняется условие  $S_i^{v1} > S^{v1}(\tau^*)$ ;

$\tau^*$  — уровень отсечения модельной оценки вероятности, соответствующий максимальному значению прибыли  $P_i$ ;

$\phi$  — перцентиль модельной оценки  $S^{v2}$  по модели с дополнительными расходами.

$$P_{\phi_1} = P_1 + P_2 \quad (6)$$

где  $P_{\phi_1}$  — суммарная прибыль для всего заданного портфеля.

Стратегия № 2 выражается следующими формулами:

$$M_1 = \begin{bmatrix} \max([P_{\beta_1\tau_1}^{v1} \quad P_{\beta_1\tau_2}^{v1} \quad \dots \quad P_{\beta_1\tau_{100}}^{v1}]) \\ \max([P_{\beta_2\tau_1}^{v1} \quad P_{\beta_2\tau_2}^{v1} \quad \dots \quad P_{\beta_2\tau_{100}}^{v1}]) \\ \dots \quad \dots \quad \dots \\ \max([P_{\beta_{100}\tau_1}^{v1} \quad P_{\beta_{100}\tau_2}^{v1} \quad \dots \quad P_{\beta_{100}\tau_{100}}^{v1}]) \end{bmatrix} \quad (7)$$

где  $\beta$  — перцентиль суммы гарантии на всем заданном портфеле;

$P^{v1}$  — прибыль по модели без дополнительных расходов на заданном портфеле, где сумма  $i$ -гарантии  $\leq$  сумма гарантии, соответствующей перцентилю  $\beta$

$$M_2 = \begin{bmatrix} \max([P_{\beta_1\phi_1}^{v2} \quad P_{\beta_1\phi_2}^{v2} \quad \dots \quad P_{\beta_1\phi_{100}}^{v2}]) \\ \max([P_{\beta_2\phi_1}^{v2} \quad P_{\beta_2\phi_2}^{v2} \quad \dots \quad P_{\beta_2\phi_{100}}^{v2}]) \\ \dots \quad \dots \quad \dots \\ \max([P_{\beta_{100}\phi_1}^{v2} \quad P_{\beta_{100}\phi_2}^{v2} \quad \dots \quad P_{\beta_{100}\phi_{100}}^{v2}]) \end{bmatrix} \quad (8)$$

где  $P^{v2}$  — прибыль по модели с дополнительными расходами на заданном портфеле, где сумма  $i$ -гарантии  $>$  сумма гарантии, соответствующей перцентилю  $\beta$

$$P_{\tau_2} = \max(M_1 + M_2) \quad (9)$$

Далее задача заключается в выборе стратегии путем сравнения  $P_{\phi_1}$  и  $P_{\tau_2}$ .

### Реализация метода на примере портфеля гарантий исполнения контракта 44-ФЗ

Рассмотрим изложенный выше метод оценивания прибыльности гарантий, а также стратегии нахождения максимальной прибыли на заданном портфеле гарантий исполнения контракта 44-ФЗ, на примере двух моделей машинного обучения, разработанных с помощью алгоритма градиентного бустинга, реализованного в библиотеке LightGBM. [7]

1) модель, разработанная на общедоступных бесплатных данных (далее «lgbm\_1»);

2) модель, разработанная на комбинации общедоступных бесплатных данных и дополнительных данных, полученных из одного из бюро кредитных историй на коммерческой основе (далее «lgbm\_2»).

Доля гарантий в обучающей выборке на момент разработки моделей, размеченных как событие «неисполнение контракта» не превышала 1,50 %, поэтому в качестве метрики оценки ранжирующей способности модели была выбрана AUC ROC (площадь «area» под кривой «receiver operating characteristic») [6].

Таблица 1.

Качество моделей по метрике AUC ROC

	lgbm_1	lgbm_2
обучающая	0,85	0,86
контрольная	0,84	0,85

Значение метрики AUC ROC модели «lgbm\_2» выше на 1 п.п., чем у модели «lgbm\_1». Учитывая тот факт, что данная метрика является интегральной оценкой ранжирующей способности модели и не учитывает значение уровня отсечения модельной оценки, отражающее результат итоговой классификации [1], необходимо выполнить дополнительный сравнительный анализ, опираясь на значение прибыльности обеих моделей на заданном портфеле банковских гарантий.

На Рисунке 1 видно, что максимальная прибыльность на заданном портфеле банковских гарантий составляет 0,93% и достигается использованием модели «lgbm\_2\_0\_rub» (модель «lgbm\_2», но без учета стоимости запроса дополнительных данных). Очевидно также, что при-

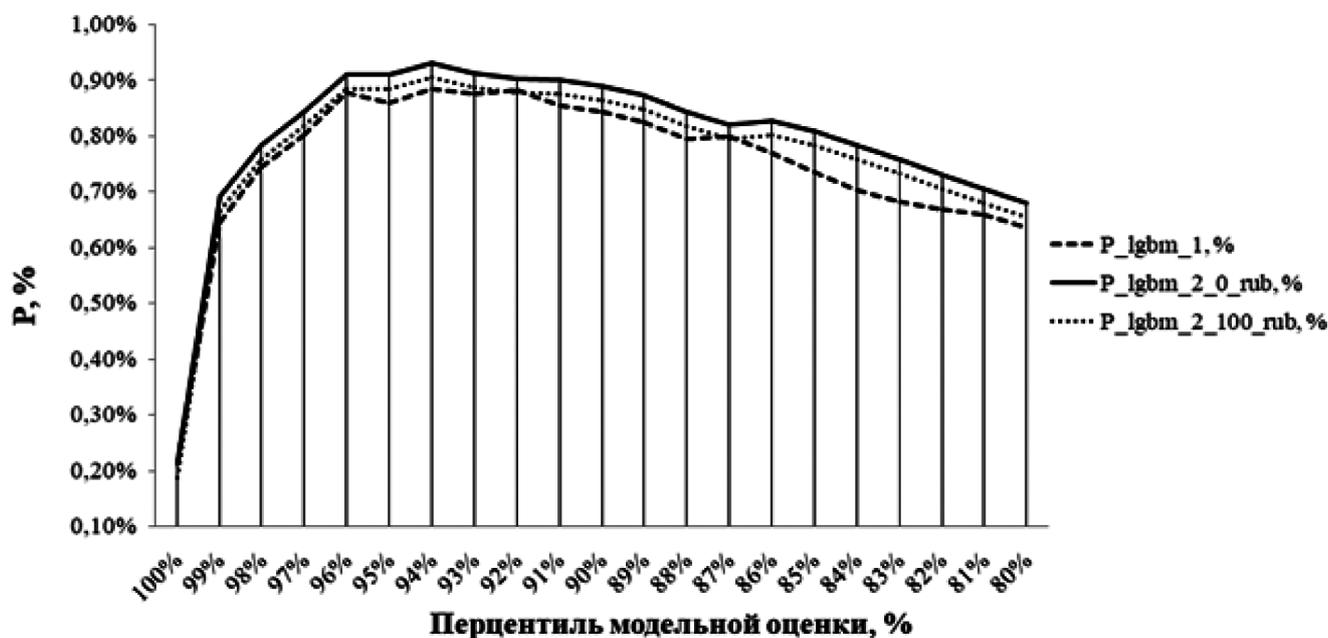


Рис. 1. Динамика прибыльности моделей на заданном портфеле в зависимости от перцентиля уровня отсечения модельной оценки

быльность модели «lgbm\_2» чувствительна к изменению стоимости запроса дополнительных данных. Так, например, прибыльность модели «lgbm\_2\_100\_rub» (модель «lgbm\_2» с учетом стоимости запроса дополнительных данных 100 рублей за 1 запрос) соизмерима с прибыльностью, которую дает использование модели «lgbm\_1».

Очевидно, что существует более эффективный способ управления расходами на запрос дополнительной информации для достижения максимальной прибыльности заданного портфеля при совместном использовании модели «lgbm\_1» и «lgbm\_2».

Выполним расчет прибыльности заданного портфеля при условии, что стоимость 1 запроса определяется значениями из массива [100, 200, 300, 400, 500, 700, 1000]. Результаты представлены в таблицах ниже.

Информация, представленная в Таблице 2, свидетельствует о том, что уровень модельной оценки модели «lgbm\_1», соответствующий максимальной прибыльности, составляет 4,081 %, позволяет пропустить до выдачи 68,084 % от всего портфеля (с прибыльностью в 1,30 % на данном сегменте). Оставшаяся часть портфеля гарантий (31,916 %) отправлена на расчет модельной оценки по модели «lgbm\_2».

Максимальная прибыльность, которую получилось достичь путем последовательного использования двух моделей на всем заданном портфеле по стратегии №1, составляет 0,910 % и достигается при стоимости 1 запроса, равной 100 рублей. При стоимости 1 запроса, составляющей 1000 рублей, прирост прибыльности от совместного использования двух моделей (в сравнении с использованием только модели «lgbm\_1») составит

Таблица 2.

Расчет прибыльности заданного портфеля гарантий по стратегии №1

Цена 1 запроса, руб.	Уровень отсечения по lgbm_1, %	Прибыльность с учетом цены запросов lgbm_2, %	Доля портфеля lgbm_2, %	Прибыльность lgbm_1, %	Доля портфеля lgbm_1, %	Прибыльность всего, %
100	4,081 %	0,077 %	31,916 %	1,300 %	68,084 %	0,910 %
200	4,081 %	0,072 %	31,916 %	1,300 %	68,084 %	0,908 %
300	4,081 %	0,067 %	31,916 %	1,300 %	68,084 %	0,907 %
400	4,081 %	0,063 %	31,916 %	1,300 %	68,084 %	0,905 %
500	4,081 %	0,058 %	31,916 %	1,300 %	68,084 %	0,903 %
700	4,081 %	0,048 %	31,916 %	1,300 %	68,084 %	0,900 %
1000	4,081 %	0,034 %	31,916 %	1,300 %	68,084 %	0,896 %

Таблица 3.

Изменение прибыльности заданного портфеля гарантий от цены 1 запроса по стратегии №1

Уровень отсеечения по lgbm_1, %	Цена 1 запроса, руб.	Прибыльность всего, %	Расходы на данные, %	Прирост прибыльности, %
—	—	0,885 %	—	—
4,081 %	100,00	0,910 %	0,002 %	0,025 %
4,081 %	200,00	0,908 %	0,003 %	0,023 %
4,081 %	300,00	0,907 %	0,005 %	0,022 %
4,081 %	400,00	0,905 %	0,006 %	0,020 %
4,081 %	500,00	0,903 %	0,008 %	0,018 %
4,081 %	700,00	0,900 %	0,011 %	0,015 %
4,081 %	1000,00	0,896 %	0,015 %	0,011 %

Таблица 4.

Расчет прибыльности заданного портфеля гарантий по стратегии № 2

Цена 1 запроса, руб.	Уровень отсеечения по сумме гарантий, руб.	Прибыльность lgbm_2, %	Доля портфеля lgbm_2, %	Прибыльность lgbm_1, %	Доля портфеля lgbm_1, %	Прибыльность всего, %
100	335944	0,721 %	86,858 %	2,261 %	13,142 %	0,923 %
200	499882	0,668 %	82,660 %	2,115 %	17,340 %	0,919 %
300	499882	0,664 %	82,660 %	2,115 %	17,340 %	0,915 %
400	805035	0,620 %	76,200 %	1,846 %	23,800 %	0,912 %
500	4000000	0,567 %	41,465 %	1,153 %	58,535 %	0,910 %
700	4000000	0,564 %	41,465 %	1,153 %	58,535 %	0,909 %
1000	4000000	0,561 %	41,465 %	1,153 %	58,535 %	0,907 %

0,011 %, что меньше понесенных расходов на дополнительные данные для модели «lgbm\_2».

При совместном использовании двух моделей по стратегии №2, максимальная прибыльность портфеля составит 0,923 % при стоимости 1 запроса, равной 100 рублей. При этом гарантии с суммой меньше или равно 335944 рубля направлены на модель «lgbm\_1», а гарантии с суммой больше 335944 рублей — на модель «lgbm\_2».

Информация, приведенная в Таблице 5, демонстрирует, что чувствительность прироста прибыльности по стратегии № 2 к величине расходов на дополнительные данные значительно ниже, чем по стратегии №1. При одинаковой стоимости в 100 рублей за 1 запрос, совместное использование двух моделей по стратегии №2, позволяет достичь прибыльность 0,923 %, что 0,013 % выше, чем по стратегии №1.

### Заключение

Описанный в статье метод, а также предложенные стратегии совместного использования моделей машинного обучения позволяют найти максимальную прибыльность портфеля банковских гарантий, что в свою

Таблица 5.

Изменение прибыльности заданного портфеля гарантий от цены 1 запроса по стратегии №2

Уровень отсеечения по сумме гарантии, руб.	Цена 1 запроса, руб.	Прибыльность всего, %	Расходы на данные, %	Прирост прибыльности, %
—	—	0,885%	—	—
335944	100,00	0,923%	0,005%	0,038%
499882	200,00	0,919%	0,007%	0,034%
499882	300,00	0,915%	0,011%	0,030%
805035	400,00	0,912%	0,010%	0,027%
4000000	500,00	0,910%	0,003%	0,025%
4000000	700,00	0,909%	0,004%	0,024%
4000000	1000,00	0,907%	0,005%	0,022%

очередь может сделать процесс одобрения заявок на выпуск банковских гарантий более эффективным. Несмотря на то, что рассмотренные стратегии имеют разный результат, обе стратегии могут найти место в эффективной системе управления рисками, что положительно повлияет на финансовый результат банка, выпускающего гарантии.

---

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов В.А. Сравнительный анализ метрика качества для моделей бинарной классификации на примере кредитного скоринга // Вестник Алтайской Академии экономики и права. — 2019. — №9. — С.12–15.
2. Елисеев Д. Машинное обучение: прогнозирование рисков госзакупок / Елисеев Д., Романов Д. // Открытые системы. — 2018. — №2. — С.42–44.
3. Иванов Н.В. «Большие данные» и машинное обучение при управлении рисками невыполнения обязательств по контрактам в строительной отрасли / Иванов Н.В., Валпетерс М.Л., Киреев И.А. // Промышленное и гражданское строительство. — 2019. — №5. — С.81–87.
4. Кулаев М.А. Прогнозирование исполнения государственных контрактов на основе класса моделей машинного обучения — деревьев решений / Кулаев М.А, Домашова Д.В. // Материалы IV Международной научно-практической конференции международного сетевого института в сфере ПОД/ФТ. — 2019. — С.360–367.
5. Официальный сайт Единой информационной системы в сфере закупок. [Электронный ресурс]. — URL: <https://zakupki.gov.ru/> (дата обращения: 20.10.2023)
6. Egan J. Signal detection theory and ROC analysis. — N.Y.: Academic press, 1975. — 277 p.
7. LightGBM. [Electronic resource]. — URL: <https://lightgbm.readthedocs.io/en/latest/>

---

© Протасов Павел Сергеевич (1pсv@mail.ru); Потехина Елена Витальевна (elengapotechina@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВИРУСОВ И ЭКСПЛОЙТОВ В ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

## METHODS AND ALGORITHMS FOR DETECTING POTENTIAL VIRUSES AND EXPLOITS IN TEXT FEEDBACK DATA

**A. Rusakov  
E. Amelyutin  
Ya. Rudkov**

*Summary.* The paper describes one of the possible approaches to identifying potential viruses and exploits in text feedback data. Timely detection of traces and descriptions of viruses and exploits in text feedback data contributes to an increase in the overall level of security. The paper presents an approach for detecting cyber threats by the method of intelligent text analysis, capable of working on big data in order to identify attacks that can be implemented in the form of Internet links, polymorphic malware and Trojan cryptographers engaged in extortion.

*Keywords:* text mining, information security, detection exploits in the text, feedback.

**Русаков Алексей Михайлович**

старший преподаватель, МИРЭА — Российский технологический университет  
rusal@bk.ru

**Амелютин Евгений Вячеславович**

Доцент, МИРЭА — Российский технологический университет  
amelyutin9@yandex.ru

**Рудков Ярослав Игоревич**

МИРЭА — Российский технологический университет  
yaroslav.rudkov2105@mail.ru

*Аннотация.* В работе приводится описание одного из возможных подходов к выявлению потенциальных вирусов и exploits в текстовых данных обратной связи. Своевременное обнаружение следов и описаний вирусов и exploits в текстовых данных обратной связи способствует повышению общего уровня безопасности. В работе приводится подход для обнаружения киберугроз методом интеллектуального анализа текстов, способный работать на больших данных с целью выявления атак, которые могут быть реализованы в виде Интернет-ссылок, полиморфных вредоносных программ (polymorphic malware) и троянских программ-шифровальщиков, занимающихся вымогательством.

*Ключевые слова:* интеллектуальный анализ текстов, информационная безопасность, обнаружение exploits в тексте, обратная связь.

## Введение

Современные организации и компании все более активно взаимодействуют с клиентами и пользователями через различные онлайн-каналы обратной связи, включая электронную почту, чаты, социальные сети и другие платформы. Обеспечение безопасности и защита информации, поступающей через эти каналы, становятся важнейшими задачами [1].

Объем данных, генерируемых пользователями, постоянно растет. Автоматизированный анализ и обнаружение угроз в таких данных становятся неотъемлемой частью стратегий информационной безопасности.

Злоумышленники постоянно совершенствуют методы атак и маскировки. Анализ текстовых данных на предмет вирусов и exploits требует постоянного обновления и разработки новых методов для действенной защиты.

Методы обработки естественного языка (NLP—Natural Language Processing) становятся все более мощными и доступными. Их применение для анализа тек-

стовых данных с целью обеспечения информационной безопасности предоставляет новые возможности и перспективы.

Во многих странах ужесточаются законодательные требования, касающиеся обеспечения конфиденциальности и защиты данных. Работа в области обеспечения информационной безопасности и анализа текстовых данных может помочь организациям соблюдать эти нормы и требования.

Таким образом, разработка программного средства интеллектуального анализа текстов каналов обратной связи является не только актуальной, но и имеет широкий практический и теоретический интерес в контексте современных вызовов в области информационной безопасности и обработки текстовых данных.

## Алгоритмы для выявления потенциальных вирусов и exploits в текстовых данных обратной связи

Обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) может быть специально ориентирована

Таблица 1.

Методы обработки естественного языка и их применимость для выявления угроз информационной безопасности

Метод	Описание	Применимость
Обнаружение ключевых слов	Поиск ключевых слов, связанных с угрозами, в тексте.	Обнаружение текстов, содержащих ключевые слова угроз, например, «вирус», «эксплойт».
Машинное обучение для обнаружения аномалий	Использование алгоритмов обнаружения аномалий для выявления подозрительных текстовых паттернов.	Выявление подозрительных текстовых данных, которые не соответствуют нормальным образцам.
Обнаружение схожих текстов	Сравнение текстов с базой данных известных угроз.	Идентификация текстов, аналогичных известным угрозам, таким как вирусы и эксплойты.
Извлечение информации	Извлечение информации о файлах, URL-адресах и других данных, связанных с угрозами.	Анализ текста на наличие ссылок на вредоносные ресурсы или другой информации, связанной с угрозами.
Модели тематической классификации	Определение текстов, связанных с угрозами, на основе тематики.	Классификация текстов по их тематике, позволяя выявить угрозы на основе содержания.
Обработка метаданных	Анализ метаданных, таких как время, отправитель и получатель текста.	Выявление потенциальных угроз, связанных с метаданными текста.
Лингвистический анализ	Определение попыток обхода системы обнаружения угроз с помощью изменений в языке или структуре текста.	Выявление подозрительных изменений в тексте.
Обработка внешних данных	Интеграция данных из внешних источников, таких как базы данных известных угроз.	Сравнение текстов с известными угрозами из внешних источников.
Обратная связь	Механизмы обратной связи с пользователем для реагирования на угрозы.	Позволяют быстро реагировать на обнаруженные угрозы и предпринимать меры по их предотвращению.

на выявление вирусов, эксплойтов и других угроз информационной безопасности в текстовых данных с использованием различных методов и техник.

Рассмотрим таблицу, представляющую различные методы обработки естественного языка и их применимость для выявления угроз информационной безопасности — таблица 1 [2, 3].

Обратная связь в контексте информационной безопасности представляет собой механизмы, с помощью которых система или организация взаимодействует с пользователями или персоналом для реагирования на обнаруженные угрозы и принятия мер по их предотвращению. Она играет важную роль в обеспечении безопасности информационных систем и защите данных.

#### Принципы и механизмы обратной связи:

- Обнаружение угроз и инцидентов [4]. Системы информационной безопасности мониторят и анализируют данные и события, чтобы выявлять потенциальные угрозы и инциденты. Это может включать в себя анализ системных журналов, сетевого трафика, сигналов от антивирусных программ и других источников.
- Сигнализация и оповещение. При обнаружении угроз система генерирует сигналы и уведомления, которые могут быть направлены на мониторинговый центр или ответственных сотрудников. Это может включать в себя автоматические уведом-

домления, электронные письма, текстовые сообщения и другие каналы связи.

- Проследивание инцидентов. После обнаружения угрозы или инцидента система может проследить его ход, включая его источник, характеристики и методы атаки. Это позволяет лучше понять природу угрозы.
- Анализ и реагирование. Обратная связь включает в себя анализ угроз и принятие мер по их нейтрализации. Это может включать в себя блокировку подозрительных активностей, изоляцию уязвимых узлов, обновление средств безопасности и другие действия.
- Сообщение и коммуникация. Пользователям и персоналу предоставляется информация о событиях, угрозах и принятых мерах. Это может включать в себя создание бортовых докладов, уведомлений и документации по инцидентам.
- Обучение и улучшение. Обратная связь позволяет организациям учиться на опыте. Анализ угроз и реакции на них может привести к улучшению системы безопасности, внесению изменений в политику безопасности и обучению персонала.
- Превентивные меры. Важным аспектом обратной связи является применение превентивных мер для предотвращения будущих угроз. Это может включать в себя улучшение средств безопасности, обновление программного обеспечения и ужесточение политики безопасности.

Обратная связь в информационной безопасности позволяет быстро реагировать на обнаруженные угрозы, минимизировать потенциальный ущерб и защищать информацию и ресурсы организации от различных видов атак.

Выявление потенциальных вирусов и эксплойтов в текстовых данных обратной связи может быть выполнено с использованием методов обработки естественного языка (NLP), анализа текста и машинного обучения.

Рассмотрим последовательность действий, которые будут применены для этой цели (рисунок 1) [4, 5]:



Рис. 1. Последовательность действий для выявления потенциальных вирусов и эксплойтов в текстовых данных обратной связи

- Собрать текстовые данные обратной связи от пользователей или клиентов, включая обзор

продуктов, комментарии, письма обращений и другие формы обратной связи.

- Предварительная обработка текста: произвести предварительную обработку текста, включая токенизацию, удаление стоп-слов, приведение к нижнему регистру и лемматизацию.
- Создать векторное представление текста с использованием методов векторизации, таких как TF-IDF или word embeddings (Word2Vec, FastText).
- Использовать обученную модель машинного обучения для классификации текстовых данных на два класса: «потенциально вирус» и «не потенциально вирус».
- Модель может выдавать вероятность того, что текст содержит потенциально вредоносное содержимое. Выбрать порог вероятности для определения подозрительных текстов.
- В зависимости от результата проверки, автоматически реагировать на обнаруженные потенциальные угрозы, включая блокировку доступа, отправку предупреждений и другие меры безопасности.
- Обратная связь и обучение модели: включить обратную связь в процесс обучения модели, чтобы улучшить ее производительность.

Последовательность действий позволит автоматически выявлять потенциальные вирусы и эксплойты в текстовых данных обратной связи с целью предотвращения угроз информационной безопасности.

**Анализ модели выявления потенциальных вирусов и эксплойтов в текстовых данных обратной связи**

Модель для выявления потенциальных вирусов и эксплойтов в текстовых данных обратной связи может включать в себя различные методы машинного об-

Таблица 2.

Сравнение методов для выявления потенциальных вирусов и эксплойтов

Метод	Описание	Преимущества	Недостатки
Модель мешка слов (BoW)	Подходит для выявления паттернов на основе частоты слов.	Прост в реализации, хорошо работает на коротких текстах.	Не учитывает семантику, требует большого словаря.
Модель TF-IDF	Учитывает важность слов в контексте корпуса текстов.	Улучшает веса слов, отлично работает для категоризации текстов.	Требует больше вычислительных ресурсов.
Word Embeddings	Учитывает семантическое сходство слов.	Улучшает понимание смысла текста.	Требует больших объемов данных для обучения.
Рекуррентные нейронные сети (RNN)	Анализируют текст последовательно.	Эффективны для анализа текстовых последовательностей.	Могут быть более трудоемкими при обучении.
Сверточные нейронные сети (CNN)	Выделяют ключевые признаки из текста.	Работают хорошо для выделения шаблонов в тексте.	Могут потреблять больше вычислительных ресурсов.
Преобученные модели (например, BERT)	Учитывают семантику и контекст.	Производительны и могут работать на разных задачах.	Требуют больше вычислительных ресурсов.

учения и анализа текста. Примером может быть модель, основанная на методах обработки естественного языка и классификации текста.

Сравнение моделей представлено в таблице 2 [5, 6].

Метод TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) можно использовать для выявления потенциальных вирусов и эксплойтов в текстовых данных обратной связи из-за нескольких факторов [7]:

- Учет важности слов. TF-IDF учитывает не только частоту слова в тексте (Term Frequency) но и важность этого слова в контексте всего корпуса текстов (Inverse Document Frequency). Это позволяет выделять ключевые слова, которые могут указывать на потенциальные угрозы. Эксплойты и вирусы могут часто содержать специфичные ключевые слова или фразы, которые могут быть выделены методом TF-IDF [8].
- Особенности контекста. TF-IDF помогает учитывать контекст, в котором встречаются слова. Это важно для выявления угроз информационной безопасности, так как слова могут иметь разные значения в разных контекстах. Системы безопасности могут отслеживать особенные комбинации слов и фраз, которые часто связаны с угрозами, и использовать метод TF-IDF для их выявления.
- Уменьшение шума. TF-IDF помогает уменьшить влияние общих слов, которые могут быть шумом в анализе текста. Это позволяет сосредоточиться на ключевых словах и фразах, которые могут быть связаны с вирусами и эксплойтами.
- Применимость к большому данным. TF-IDF хорошо масштабируется и может использоваться для анализа больших объемов текстовых данных, что важно для обработки обратной связи из сервисов и документации.

TF-IDF — это статистическая модель, используемая в обработке текста и информационном поиске для оценки важности слов или фраз в документе относительно большой коллекции документов. Она представляет собой метод выявления ключевых слов, фраз и понятий в текстовых данных на основе их частоты в документе и обратной частоты их встречаемости в других документах. TF-IDF помогает определить, насколько термин (слово или фраза) важен для конкретного документа в контексте всей коллекции.

Модель TF-IDF состоит из двух основных компонентов [9,10]:

- Term Frequency (TF, Частота слова). Это мера, оценивающая, насколько часто конкретное слово или фраза встречается в документе. TF вычисляется по формуле:

$TF(t) = (\text{Количество раз, когда термин } t \text{ встречается в документе}) / (\text{Общее количество терминов в документе})$

Чем чаще слово встречается в документе, тем выше его TF.

- Inverse Document Frequency (IDF, Обратная частота документа). Это мера, которая оценивает, насколько термин уникален и важен среди всех документов в коллекции. IDF вычисляется по формуле:

$IDF(t) = \log(\text{Общее количество документов} / (\text{Количество документов, содержащих термин } t))$

Чем менее общеупотребительное слово исследуется в коллекции, тем выше его IDF.

- TF-IDF скор. Финальная оценка важности термина вычисляется путем умножения TF и IDF:

$$TF-IDF(t) = TF(t) * IDF(t) \quad (1)$$

Высокий TF-IDF указывает на важность термина в конкретном документе и в контексте всей коллекции.

Применение модели TF-IDF:

- Информационный поиск — поиск и ранжирование документов по запросам пользователей.
- Кластеризация и категоризация — группировка документов по схожим темам или категориям.
- Классификация текста — определение категории или метки документа на основе его содержания.
- Выявление ключевых слов — идентификация наиболее важных слов и фраз в тексте.
- Анализ тональности — оценка эмоциональной окраски текста.

Модель TF-IDF позволяет автоматически выделять ключевые слова, фразы и понятия в тексте, что делает ее полезной в различных задачах обработки текста и анализа информации.

Анализ семантики текста и модели векторного представления слов (Word Embeddings) являются важными инструментами для более точного понимания смысла и эмоциональной окраски текстов обратной связи [10].

Семантический анализ текста позволяет понимать, о чем именно идет речь в тексте. Это включает в себя выделение ключевых слов и фраз, определение темы и контекста сообщения. Анализ семантики также может помочь определить, является ли текст позитивным, негативным или нейтральным, а также определить эмоциональную окраску текста.

Модели векторного представления слов (Word Embeddings) преобразуют слова и фразы в векторы чисел, представляющие смысл слова и его контекст. Это позволяет машинным алгоритмам понимать смысл слов и их взаимосвязи. Применение моделей Word

Embeddings позволяет выявлять синонимы, антонимы и ассоциации между словами, что улучшает понимание смысла текста. Эти модели также могут использоваться для анализа тональности текста, определяя, является ли текст позитивным, негативным или нейтральным.

Применение анализа семантики и моделей векторного представления слов для текстов обратной связи может помочь:

- Определить, о чем именно пишет клиент, и выявить ключевые аспекты, которые интересуют клиента.
- Понять эмоциональную окраску текста, что поможет в выявлении уровня удовлетворенности клиентов или выявлении проблем и негативных отзывов.
- Определить аспекты продукта или услуги, которые вызывают наибольшие эмоции у клиентов, и принять меры для улучшения качества.

Примером моделей векторного представления слов может быть Word2Vec, FastText, GloVe и другие. Эти модели могут быть обучены на больших корпусах текстовых данных и использованы для анализа семантики текстов обратной связи.

Использование векторных представлений слов (Word Embeddings) в задачах выявления потенциальных вирусов и эксплойтов в текстовых данных обратной связи имеет ряд преимуществ и обоснований [11]:

- Схожесть контекста. Word Embeddings позволяют находить слова, которые схожи по контексту. Это полезно для обнаружения вариаций и схожих выражений, которые могут использоваться в тексте, чтобы скрыть настоящую угрозу.
- Автоматическое извлечение ключевых слов. Word Embeddings помогают автоматически выделять ключевые слова и фразы в тексте. В случае обнаружения вирусов и эксплойтов, это может помочь идентифицировать наиболее важные термины.
- Обнаружение аномалий. Векторные представления слов могут использоваться для обнаружения аномалий в тексте. Если вирус или эксплойт содержит необычные словосочетания или комбинации слов, Word Embeddings могут помочь выявить такие аномалии.
- Контекстуальное понимание. Некоторые вирусы и эксплойты могут использовать контекстуальные зависимости между словами. Word Embeddings, такие как BERT и GPT, обладают способностью учесть контекст в тексте и понимать связи между словами.
- Многоязыковость. Многие модели векторных представлений слов поддерживают несколько языков. Это важно, так как угрозы могут возникать на разных языках, и система должна быть способной выявлять их независимо от языка текста.

— Обучение на специфических данных. Векторные представления слов могут быть обучены на специфических корпусах текста, связанных с информационной безопасностью, что позволяет модели лучше выявлять угрозы и специфические термины.

Таким образом, использование Word Embeddings обосновано для задачи выявления потенциальных вирусов и эксплойтов, так как оно улучшает способность системы понимать смысл текста и выявлять угрозы с высокой степенью точности.

Сочетание Word Embeddings с TF-IDF будет полезным для выявления потенциальных вирусов и эксплойтов в текстовых данных обратной связи. Оба метода имеют свои преимущества, и их совместное использование усилит способность системы к обнаружению угроз информационной безопасности.

Word Embeddings позволяют учесть семантику слов и фраз, что может помочь в выявлении смысла и контекста в тексте. Слова, близкие по смыслу, будут иметь схожие векторные представления. Это полезно для выявления скрытых угроз, где вирусы или эксплойты могут быть описаны с использованием разных слов и синонимов.

TF-IDF позволяет выделить ключевые слова и фразы в тексте на основе их важности. Это может помочь выявить наиболее релевантные термины, которые могут указывать на наличие угрозы. Комбинирование TF-IDF с Word Embeddings позволяет фокусироваться на наиболее значимых словах и контексте в тексте.

TF-IDF может помочь в выявлении аномалий в тексте, так как необычные слова или фразы могут иметь высокий TF-IDF-скор. Это может помочь выявить потенциально вредные угрозы.

Если используется Word Embeddings, которое обладает контекстуальным пониманием, такое как BERT или GPT, оно может помочь понимать зависимости между словами и фразами. Это важно для обнаружения скрытых угроз, которые могут использовать сложные контексты.

Многие модели Word Embeddings поддерживают несколько языков. Это важно, так как угрозы могут возникать на разных языках.

Сочетание Word Embeddings с TF-IDF позволяет создать комплексный подход к анализу текста, который учитывает семантику, важность слов и контекст, что существенно повышает эффективность обнаружения потенциальных вирусов и эксплойтов в текстовых данных обратной связи.

**Анализ текстовых данных сервисов обратной связи с учетом аспектов информационной безопасности**

Предоставим таблицу с методами классификации текста и их применимостью для выявления угроз информационной безопасности — таблица 3 [11].

Таблица 3.

Методы классификации текста и их применимостью для выявления угроз информационной безопасности

Метод	Применение
Методы наивного Байеса	Фильтрация спама, определение тональности, обнаружение фишинговых писем, зловердных сообщений.
Метод опорных векторов (SVM)	Бинарная и многоклассовая классификация, обнаружение аномалий, защита от несанкционированного доступа.
Глубокое обучение (RNN, CNN)	Классификация текста, анализ контекста и семантики, обнаружение вредоносных паттернов в тексте.
Методы ансамблей (Random Forest)	Повышение точности и надежности классификации, обнаружение вредоносных активностей и сетевых атак.
Обработка естественного языка	Выделение ключевых фраз, анализ семантики и синтаксиса, выявление аномалий и угроз информационной безопасности.
Системы машинного обучения с подкреплением	Адаптивное обучение и принятие решений на основе текстовых данных, выявление уязвимостей в информационной системе.

В контексте информационной безопасности NLP используется для выявления угроз, мониторинга текстовых данных и обнаружения аномалий [8]:

- Выделение ключевых фраз. NLP-системы могут анализировать текстовые данные, чтобы выделить наиболее важные слова и фразы. Это может быть полезным для идентификации ключевых терминов, связанных с информационной безопасностью, или для выявления ключевых слов в текстах, которые могут указывать на возможные угрозы.
- Анализ семантики и синтаксиса. NLP позволяет понимать не только отдельные слова, но и их взаимосвязи в предложениях и текстах. Это позволяет определять смысл и контекст сообщений. Например, анализ семантики может помочь распознать, является ли текст угрожающим или безопасным.
- Выявление аномалий. NLP может быть использован для обнаружения аномалий в текстовых данных. Это включает в себя поиск необычных или подозрительных паттернов в текстах, которые могут указывать на потенциальные угрозы. Например, обнаружение необычных активностей в текстовых сообщениях или сетевых данных.

— Выявление угроз информационной безопасности. Путем анализа текстовых данных NLP может помочь выявить угрозы информационной безопасности, такие как фишинговые письма, вредоносные ссылки, атаки на сети и другие виды кибератак. NLP может помочь идентифицировать характеристики, свойственные таким угрозам, и реагировать на них.

Все эти аспекты обработки естественного языка важные для обеспечения информационной безопасности, поскольку они позволяют анализировать большие объемы текстовых данных, выявлять потенциальные угрозы и реагировать на них, что помогает защитить информацию и системы от различных видов атак.

Анализ текстовых данных сервисов обратной связи с учетом аспектов информационной безопасности — это важная задача, которая помогает организациям и предприятиям не только понимать отзывы и комментарии клиентов, но и обеспечивать безопасность своих систем и данных. Выделим несколько аспектов, которые учтены при анализе таких текстовых данных с учетом информационной безопасности: выявление угроз и атак, обнаружение фишинговых попыток, защита личных данных, мониторинг соблюдения политики безопасности, реакция на инциденты [10].

Сервисы обратной связи могут быть использованы для распространения фишинговых писем и ссылок. Анализ текстов позволяет выявить подозрительные сообщения, которые могут включать фишинговые URL-адреса или попытки мошенничества.

Анализ текстовых данных также может помочь в обнаружении утечек личных данных, таких как номера социального страхования, банковские реквизиты, адреса и другие конфиденциальные информационные данные. Выявление таких случаев и их предотвращение является важной частью обеспечения информационной безопасности.

Путем анализа текстов можно отслеживать соблюдение политики безопасности в организации. Это может включать в себя выявление случаев нарушения правил и стандартов, связанных с информационной безопасностью.

Для анализа текстовых данных с учетом аспектов информационной безопасности организации могут использовать различные методы, включая обработку естественного языка (NLP), машинное обучение и алгоритмы обнаружения аномалий. Такой анализ помогает не только понимать мнение клиентов, но и обеспечивать безопасность информации и операций компании.

### Заключение

Таким образом при создании методов обнаружения киберугроз с помощью интеллектуального анализа текстов (NLP), способных обучаться на больших данных с целью выявления атак, которые могут быть реализованы в виде Интернет-ссылок, полиморфных вредоносных программ (polymorphic malware) и троянских программ-шифровальщиков, занимающихся вымогательством, могут быть представлены:

1. Метод атрибутно-ориентированного распознавания Интернет-ссылок в формах обратной

связи с использованием частотных шаблонов, который может провести оценку атрибутов и отличить доброкачественные, фишинг, и вредоносные ссылки.

2. Метод детектирования полиморфных вредоносных программ в формах обратной связи, позволяет обнаруживать полиморфные вредоносные программы посредством анализа хэшей PE секций и поиска похожих секций в библиотеке вредоносного кода. После подтверждения детектирования PE файла, новые хэши секций добавляются в библиотеку.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Introduction to Natural Language Processing (NLP) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/introduction-to-natural-language-processing-nlp-323cc007df3d>
2. Top 10 Pre-Trained NLP Language Models [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://insights.daffodilsw.com/blog/top-5-nlp-language-models>
3. Щипина Л.Ю. Информационные технологии в лингвистике. Учебное пособие — 2013. С.43–52.
4. Зубова И.И. Информационные технологии в лингвистике: Учебное пособие. — МГЛУ. — Мн., 2001.
5. J. Chai and J. Lin, «The role of natural language conversational interface in online sales: a case study», International Journal of Speech Technology., vol. 4, pp. 285–295, Nov. 2001.
6. Abdul-Kader, S., & Woods, J. (2015). Survey on Chatbot Design Techniques in Speech Conversation Systems. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 6(7). <http://doi.org/10.14569/ijacsa.2015.060712>.
7. What is Amazon Lex? [Электронный ресурс] — Режим доступа до ресурсу: <https://docs.aws.amazon.com/lex/latest/dg/what-is.html>.
8. M. Bates (1995). «Models of natural language understanding» [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC40721/>
9. What is Amazon Comprehend? [Электронный ресурс] — Режим доступа до ресурсу: <https://docs.aws.amazon.com/comprehend/latest/dg/what-is.html>.
10. Poibeau T., Saggion H., Piskorski J., Yangarber R. Multi-source, Multilingual Information Extraction and Summarization. Theory and Applications of Natural Language Processing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. — 257 с.
11. Klopfenstein, L., Delpriori, S., Malatini, S., Bogliolo, A.: The rise of bots: a survey of conversational interfaces, patterns, and paradigms. In: Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems, pp. 555–565. Association for Computing Machinery (2017).

© Русаков Алексей Михайлович (rusal@bk.ru); Амелютин Евгений Вячеславович (amelyutin9@yandex.ru);

Рудков Ярослав Игоревич (yaruslav.rudkov2105@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИССЛЕДОВАНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ И УГРОЗ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

## RESEARCH OF VULNERABILITIES AND THREATS IN THE DEVELOPMENT OF MOBILE APPLICATIONS

I. Tarasova

*Summary.* Information security and data protection are a mandatory part of software development. The largest market volume in software development is occupied by mobile applications. The purpose of this article is to conduct a study of the most relevant threats and vulnerabilities related to the development of mobile applications. The scientific value of the article consists in an attempt to comprehensively investigate the issue and systematize knowledge about the most pressing threats in the development of mobile applications. The materials of the article can become indispensable information for modern developers pursuing the goal of creating efficiently and safely functioning mobile applications.

*Keywords:* mobile application, information security, data protection, threat, vulnerability, software.

Тарасова Юлия Андреевна

Инженер-программист,  
ООО «Антифишинг» (Санкт-Петербург)  
tarasovayuliya00@gmail.com

*Аннотация.* Информационная безопасность и защита данных являются обязательной частью при разработке программного обеспечения. Наибольший объем рынка в разработке программного обеспечения занимают именно мобильные приложения. Цель представленной статьи заключается в проведении исследования наиболее актуальных угроз и уязвимостей, относящихся к разработке мобильных приложений. Научная ценность статьи состоит в предпринимаемой попытке комплексного исследования вопроса и систематизации знаний относительно наиболее актуальных угроз при разработке мобильных приложений. Материалы статьи могут стать незаменимой информацией для современных разработчиков, преследующих цель создания эффективно и безопасно функционирующих мобильных приложений.

*Ключевые слова:* мобильное приложение, информационная безопасность, защита данных, угроза, уязвимость, программное обеспечение, разработка, информационные технологии, фишинг, защита данных.

### Введение

Современные мобильные приложения являются ключевым звеном в мире информационных технологий. Вычислительные мощности мобильных устройств позволяют разработать программы любой сложности, предназначенных для решения как бытовых, так и профессиональных задач. Вместе с этим, особенно остро встает вопрос, связанный с аспектами информационной безопасности при разработке мобильных приложений.

На сегодняшний день выделяется целое множество угроз и уязвимостей, которые наблюдаются при разработке мобильных приложений. Основная угроза в рамках данного вопроса связана с возможностью хищения конфиденциальной информации и фальсификации данных. В связи с этим, актуализируются задачи, связанные с исследованием уязвимостей и угроз, а также разработкой эффективных инструментов для обеспечения защиты мобильных устройств [1, 2].

Актуальность вопроса подтверждается и статистическими данными, на которых прослеживается значительное увеличение объема рынка мобильных приложений. Главная проблема заключается и в том, что вместе с увеличением рынка, растет и количество угроз информационной безопасности. Так, представленная работа более подробно отражает такие аспекты, как уязвимости, угро-

зы и методы по защите от них при разработке мобильных приложений. В работе отражается результат комплексного исследования вопроса, который может быть использован на практике при разработке приложений для мобильных устройств.

### Результаты и обсуждение

Развитие мобильных приложений стало неотъемлемой частью современного цифрового мира, которое отражает технологический прогресс и изменения в повседневной жизни. В наше время мобильные устройства перешли далеко за пределы простых средств связи, превратившись в мощные инструменты для общения, работы и развлечений. В бизнес-сфере мобильные приложения открывают новые возможности для привлечения клиентов, улучшения сервиса и увеличения эффективности операций. Компании активно инвестируют в разработку приложений, чтобы создать уникальный пользовательский опыт и поддерживать конкурентоспособность. В области здравоохранения, образования и государственного управления мобильные приложения помогают оптимизировать процессы, улучшать доступ к информации и повышать общественную эффективность. Таким образом, разработка мобильных приложений продолжает играть ключевую роль в формировании современной информационной среды, обогащая наш повседневный опыт и улучшая различные аспекты жизни и бизнеса [3].

Об этом же свидетельствуют и статистические данные, отражающие ежегодный прирост объема инвестиций в данный рынок. На рис. 1 представлены диаграммы, на которых изображена динамика изменения в период с 2022 по 2023 год.

Однако вместе с рядом преимуществ, высокая популярность мобильных приложений несет с собой и множество проблем, ключевой из которых является информационная безопасность. Проблема информационной безопасности при разработке мобильных приложений является одной из наиболее актуальных и серьезных в цифровой эпохе. Мобильные приложения собирают и обрабатывают огромное количество данных о пользователях, таких как личная информация, финансовые данные и геолокационные сведения. Ответственность за защиту этих данных лежит на разработчиках приложений, и любые уязвимости или недоразумения в этой области могут иметь серьезные последствия [4].

Одной из главных угроз является возможность несанкционированного доступа к данным пользователей, что может привести к утечкам информации или злоупотреблению ею. Также важно обеспечить защиту от вредоносных программ и взломов, которые могут повредить как само приложение, так и устройство пользователя. Борьба с фишингом и социальной инженерией также остается актуальной задачей.

Разработчики должны активно следить за обновлениями безопасности, использовать современные методы шифрования и аутентификации, а также проводить регулярные аудиты безопасности для выявления и устранения уязвимостей. Все это подчеркивает, что информационная безопасность является неотъемлемой

частью разработки мобильных приложений и требует постоянного внимания и инвестиций.

При разработке мобильных приложений существует ряд серьезных угроз и уязвимостей, которые могут потенциально подвергнуть риск безопасность приложения и данных пользователей. Вот некоторые из них:

- несанкционированный доступ и утечка данных. Злоумышленники могут попытаться проникнуть в приложение и получить доступ к личным данным пользователей, таким как имена, адреса электронной почты, финансовые сведения и другая чувствительная информация. Утечка таких данных может привести к серьезным последствиям для пользователей и разработчиков;
- вредоносные программы и мошенничество. Загрузка вредоносных приложений или изменение существующих может повредить устройства пользователей, воровать информацию или злоупотреблять доступом. Мошенничество, включая фишинг и социальную инженерию, также представляет угрозу для пользователей;
- недостаточная аутентификация и управление сессиями. Плохая аутентификация или недостаточное управление сессиями может оставить открытыми двери для несанкционированного доступа. Это может привести к компрометации аккаунтов пользователей;
- недостаточная защита хранилища данных. Если приложение хранит данные на устройстве пользователя или на серверах, они должны быть надежно защищены. Недостаточная защита может привести к утечкам данных;
- недостаточное обновление и поддержка. Отсутствие регулярных обновлений безопасности

## Worldwide App Consumer Spend Q1 2023

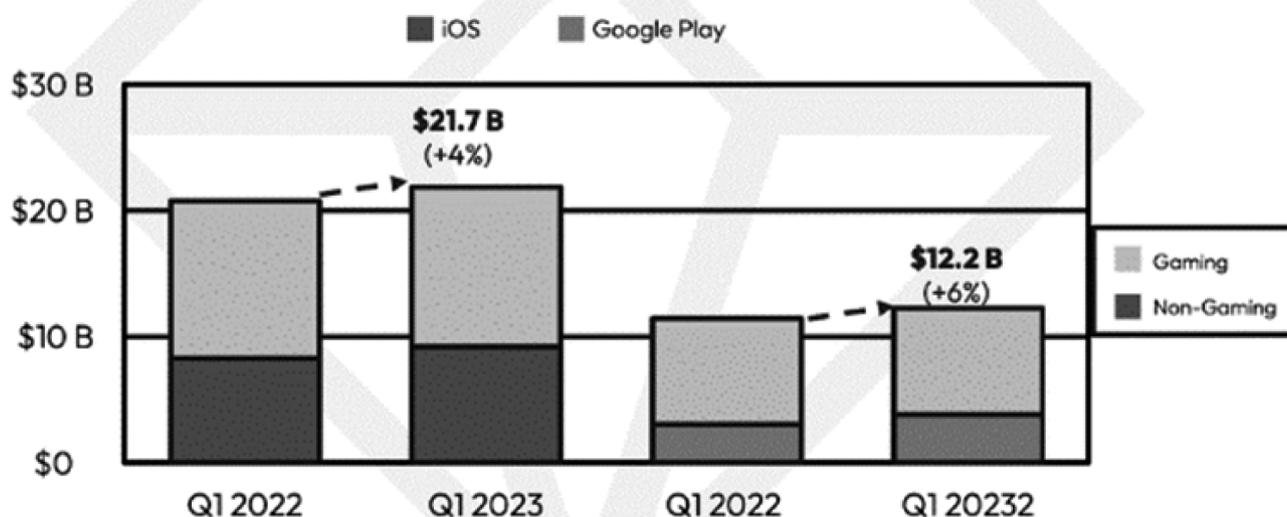


Рис. 1. Динамика изменения объема инвестиций в рынок мобильных приложений

и поддержки приложения может оставить уязвимости без устранения, что делает его подверженным атакам с течением времени;

- неадекватное тестирование. Недостаточное тестирование на уровне безопасности может привести к не выявленным уязвимостям и ошибкам в приложении [5].

Каждая из данных угроз имеет свой уровень распространения и риска. Для предотвращения этих угроз и уязвимостей, разработчики должны активно следить за безопасностью приложения, проводить тщательное тестирование, использовать современные методы шифрования и аутентификации, а также регулярно обновлять приложение с учетом изменяющейся среды угроз [6, 7].

Так, на сегодняшний день получило актуальность направление создания специализированных инструментов, предназначенных для выявления угроз и уязвимостей при разработке мобильных приложений. Одним из наиболее эффективных из таких инструментов считается инновационный продукт MAST — метод анализа мобильных приложений (Mobile Application Security Testing, MAST). Он является критически-важным инструментом для выявления угроз и уязвимостей в мобильных приложениях. MAST включает в себя широкий спектр методик и инструментов, предназначенных для тестирования безопасности мобильных приложений на предмет возможных уязвимостей (рис. 2).

Основными задачами MAST являются обнаружение уязвимостей, связанных с недостаточной аутентификацией, несанкционированным доступом, недостаточной защитой данных, а также других потенциальных проблем с безопасностью. Этот метод анализа может также оценить мобильное приложение на предмет соответствия стандартам безопасности и рекомендациям. Именно на основе данного инструмента разработчики получают возможность исключить уязвимости на этапе разработки приложения, что снижает риски для пользователей и бизнеса. Этот подход важен в контексте растущей угрозной среды и повышенного интереса со стороны злоумышленников к мобильным приложениям. Таким образом, MAST является неотъемлемым инструментом в обеспечении безопасности мобильных приложений и защите данных пользователей [8, 9].

Существует также множество инструментов и платформ, аналогичных MAST, предназначенных для анализа безопасности мобильных приложений. Одними из наиболее популярных и эффективных являются:

- Static Application Security Testing (SAST). Этот тип инструментов проводит анализ исходного кода мобильного приложения на предмет потенциальных уязвимостей. Он может выявлять проблемы безопасности, такие как недостаточное шифрование данных и недостаточная обработка ввода данных;
- Dynamic Application Security Testing (DAST). DAST сканирует работающее приложение в режиме реального времени, пытаясь обнаружить уязви-

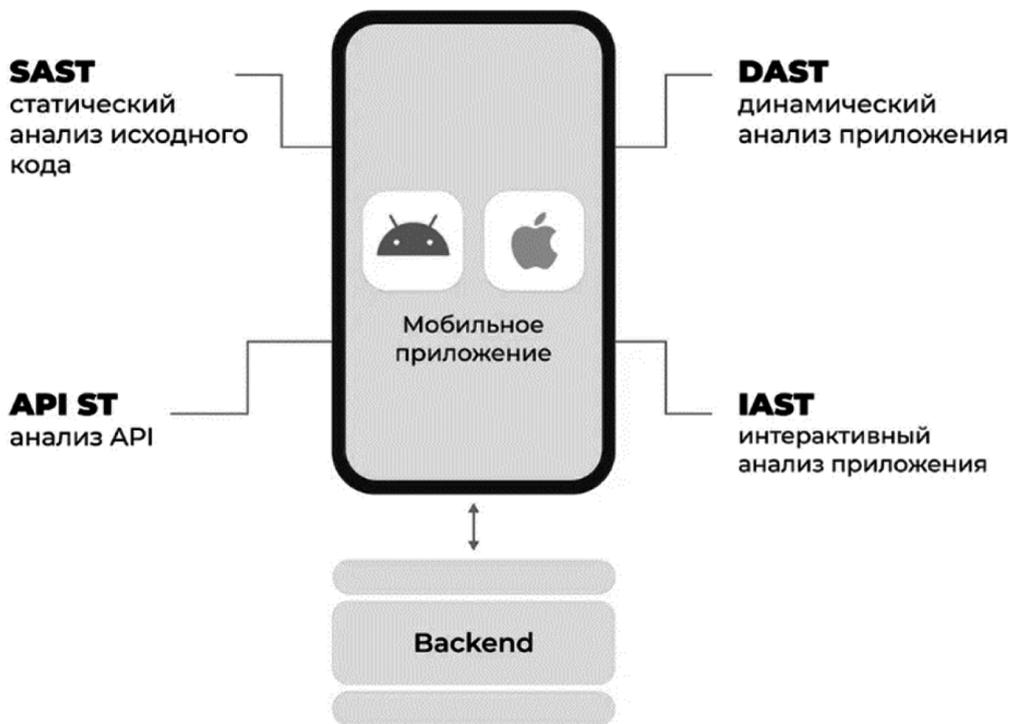


Рис. 2. Направления использования инструмента MAST

- сти во взаимодействии с приложением, такие как утечки данных и проблемы аутентификации;
- Interactive Application Security Testing (IAST). IAST комбинирует элементы SAST и DAST, анализируя код и работу приложения в реальном времени. Это позволяет выявлять уязвимости, связанные с конкретными сценариями использования;
  - Mobile App Security Frameworks. Существуют фреймворки, которые предоставляют советы и рекомендации по тестированию безопасности мобильных приложений. Данные инструменты предоставляют набор проверок безопасности, которые можно выполнить вручную и определить актуальные угрозы и уязвимости безопасности [10].

Так, исследование угроз и уязвимостей безопасности мобильных приложений — это важный процесс, направленный на обнаружение и анализ потенциальных уязвимостей, которые могут быть использованы злоумышленниками для атак на приложения и устройства пользователей. В ходе исследования угроз проводится анализ кода приложения, его архитектуры и конфигураций, а также взаимодействия с внешними ресурсами и серверами. Это позволяет выявить возможные слабые места, такие как недостаточная обработка ввода данных, отсутствие аутентификации и авторизации, недостаточная защита хранимых данных и другие потенциальные уязвимости [11, 12].

При этом для анализа угроз могут использоваться инструменты сканирования, статический и динамический анализ кода, а также тестирование на проникновение, а также ряд иных методов специальных инструментов.

Результатом исследования является список выявленных уязвимостей и рекомендации по их устранению, что позволяет повысить безопасность мобильного приложения и защитить пользователей от потенциальных атак.

### Заключение

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно вопроса исследования угроз и уязвимостей при разработке мобильных приложений. В рамках работы проведен комплексный анализ и представлены результаты исследования относительно таких вопросов, как актуальность разработки мобильных приложений и увеличение степени актуальности их защищенности, наиболее актуальные и требующие особого внимания угрозы и уязвимости при разработке мобильных приложений, методы и средства по их противодействию, а также обеспечению защищенной и эффективной работы для пользователя.

В заключение необходимо отметить, что представленные к рассмотрению вопросы имеют одну из наибольших актуальностей среди других проблем в сфере информационных технологий, что связано с повсеместным использованием мобильных устройств. Именно высокий уровень защищенности данных и информационной безопасности в целом способны обеспечить наиболее эффективную и оптимальную работу с такими приложениями. Материалы работы могут стать полезным инструментом для разработчиков, в задачи которых входит устранение угроз и уязвимостей при создании мобильных приложений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Войнов А.С. Исследование уязвимостей и угроз в мобильных приложениях: стратегии противодействия // Вестник науки. 2023. №9 (66). С. 195–200.
2. Хромова А.Р., Петросян Л.Э. Анализ уязвимостей в системах безопасности данных // Инженерный вестник Дона. 2023. №6. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8447](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8447).
3. Косов Н.А., Голубничев И.А. Анализ уязвимостей мобильных приложений на android // Экономика и качество систем связи. 2023. №1 (27). С. 84–91.
4. Казюлин Р.В., Чернышов Н.Г. Тестирования безопасности приложений // Инженерный вестник Дона. 2021. №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6947](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6947).
5. Фатхи В.А., Дьяченко Н.В. Разработка модели угроз android приложений, свойственных ошибкам разработчика // I-methods. 2022. №2. С. 4–12.
6. Barkan E., Biham E., Keller N. Instant ciphertext-only cryptanalysis of GSM encrypted communication // Journal of Cryptology. — 2008. — Т. 21. — № 3. — С. 392–429.
7. Коромыслов К.Е., Красов А.В., Ушаков И.А. Разработка модели угроз android приложений, свойственных ошибкам разработчика // I-methods. 2022. №2. С. 4–12.
8. Ревенков П.В., Крупенко Д.С. Оценка рисков информационной безопасности в условиях применения систем мобильного банкинга // Вопросы кибербезопасности. 2019. №2 (30). С. 21–28.
9. Бурлаков М.Е., Алейнов Ю.В., Голубых Д.А. Исследование динамики активности обнаружения угроз в мобильных операционных системах и программах обмена сообщениями // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2017. С. 141–151.
10. Путято М.М., Макарян А.С., Карманов М.А., Немчинова В.О. Сравнительный анализ существующих методик исследования защищенности мобильных приложений // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2022. №4 (60). С. 89–97.
11. Diasamidze S. V. Implementation of the Role Based Access Control in Application for Mobile Device on the Android OS Platform / S. V. Diasamidze, E. Yu. Kuzmenkova, D. A. Kuznetsov, A. R. Sarkisyan // Интеллектуальные технологии на транспорте, 2016, № 1. С. 21–26.
12. Зубков К.Н., Диасамидзе С.В. Проблемы защиты информации в приложениях для мобильных систем // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2017. №2. С. 40–46.

© Тарасова Юлия Андреевна (tarasovayuliya00@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДИВЕРСИФИЦИРОВАННОГО ПОРТФЕЛЯ

**Терешенко Андрей Алексеевич**

Аспирант, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический)

Федеральный Университет

имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск

andrey.tereshenko2017@mail.ru

## THEORETICAL DESCRIPTION OF THE POSSIBILITIES OF USING THE CLUSTERIZATION METHOD TO CREATE A DIVERSIFIED PORTFOLIO

**A. Tereshenko**

*Summary.* This article describes the possibility of using the clustering method to create a diversified investment portfolio. Today, from an economic point of view, it is possible to create such portfolios. This is usually done by financiers, but the average user may have difficulties. With the advent and rapid development of neural networks and machine learning, it becomes possible to implement the process of diversification with their help. The presence of a software product will greatly simplify the analysis of various financial instruments for all types of users. At the beginning of the article, the author describes his vision of how the clustering method can be implemented to create diversification. The following describes existing experience and research in this area. At the end, we describe the steps by which this method can theoretically be implemented.

*Keywords:* diversification, stock market, clustering, cluster, investment portfolio, machine learning.

*Аннотация.* В данной статье описывается возможность использования метода кластеризации для создания диверсифицированного инвестиционного портфеля. На сегодняшний день с экономической точки зрения существует возможность создания таких портфелей. Этим занимаются как правило финансисты, а у обычного пользователя могут возникнуть сложности. С появлением и быстрым развитием нейронных сетей и машинного обучения, появляется возможность реализовать процесс диверсификации с их помощью. Наличие программного продукта значительно упростит анализ различных финансовых инструментов для всех типов пользователей. В начале статьи автор описывает своё виденье о том, каким образом можно реализовать метод кластеризации для создания диверсификации. Далее описан уже существующий опыт и исследования в этой области. В конце описаны этапы, с помощью которых теоретически можно реализовать данный метод.

*Ключевые слова:* диверсификация, фондовый рынок, кластеризация, кластер, инвестиционный портфель, машинное обучение.

**М**ашинное обучение широко распространено в современном мире. Оно нашло широкое применение в различных сферах. Особенно полезно оно в сфере анализа данных, когда большие объемы данных могут содержать полезные скрытые закономерности, которые можно автоматически обнаружить.

Цель данной публикации — теоретически описать этапы создания диверсифицированного портфеля с помощью метода кластеризации, с целью дальнейшего практического применения результатов данного исследования.

На фондовом рынке инвесторы хотят получить прибыль, несмотря на его шумность и нестабильность. В настоящее время многие исследования сконцентрированы на прогнозировании стоимости отдельных акций или определении их трендов. Однако уже проведенные исследования показали, что, даже используя высокоточные модели прогнозирования, трудно достичь эффективной прибыли в реальных условиях рынка. В результате, инвесторы часто стараются разнообразить свои портфели акций, чтобы уменьшить риск больших

убытков от редких и неожиданных событий. Однако, существующие методы корреляции акций, в основном, исследуют сложные связи между акциями с использованием ассоциативных правил, факторного анализа, теории графов и других методов.

Интеллектуальный анализ данных требует определенных знаний в области финансов. Алгоритмы кластеризации демонстрируют отличные результаты на данных без предварительной обработки. Основная цель кластеризации — это разделение множества объектов на группы со схожими характеристиками, что является полезным инструментом для исследовательского анализа данных во многих областях науки и производства. Метод кластеризации используется для разделения групп объектов со схожими характеристиками, что часто используется в статистических исследованиях. Если рассматривать данный метод для создания диверсифицированного портфеля, то его можно использовать для реализации стратегии кластерной торговли, которая как раз помогает создавать разнообразные портфели. Например, акции с высокой корреляцией доходности

помещаются в один раздел, акции со слегка меньшей корреляцией — в другой и так далее, до тех пор, пока каждая акция не окажется в определенной категории.

Одним из первых, кто попытался формализовать подход инвестора к выбору акций, был Гарри Марковиц [1]. В 1952 году он предложил модель формирования оптимального портфеля инвестиций, согласно которой инвестор должен диверсифицировать свой портфель так, чтобы максимизировать ожидаемый доход при заданном риске или минимизировать риск при заданной прибыли.

Данный подход имеет то преимущество, что позволяет достичь оптимального соотношения доходности и риска и построить портфель на основе стабильности. Портфель регулярно пересматривается в соответствии с доходами от активов, что предотвращает спекуляции на изменениях курса. Однако, недостатком этой теории является то, что связь между активами измеряется только с использованием коэффициента корреляции, который может быть очень чувствительным к изменениям на финансовом рынке. Это может привести к тому, что портфель ценных бумаг, сформированный на основе этого показателя, будет нестабильным в периоды высокого риска.

Возможность разделения акций на группы была предложена Жаном Реном [2]. В своей статье он предложил использовать метод кластеризации акций на основе силы связи между ними. Сила связи, как и в подходе Марковица, определяется с помощью корреляции. Он предлагает объединять акции в кластеры, если корреляция между ними превышает определенное пороговое значение. Затем эти кластеры используются как отдельные «акции» для применения оптимизационных методов Марковица для создания оптимального инвестиционного портфеля. Поскольку акции с высокой корреляцией объединены в отдельные кластеры, корреляция между кластерами будет минимальной, что позволяет создавать менее рискованные портфели инвестиций. Преимущества данного подхода заключаются в том, что он предлагает использовать кластеризацию акций и обосновывает использование корреляции тем, что оценка будущей доходности акций сложнее, чем оценка корреляции между ними. Однако данный подход не лишен недостатков: как было упомянуто ранее, корреляция может быть очень чувствительной к изменениям на рынке, что приводит к нестабильности портфеля в периоды высокой волатильности.

Важно отметить, что диверсификация помогает инвесторам упростить свою жизнь, снижая риски и увели-

чивая потенциальную прибыль. Рассмотрим несколько способов, которыми диверсификация может упростить жизнь инвесторам. Во-первых, это снижение рисков потери денег из-за одного или нескольких активов. Если один актив показывает плохие результаты, другие активы в портфеле могут компенсировать это.

С диверсифицированным портфелем пользователю не нужно уделять много внимания каждому активу по отдельности. Вместо этого они могут сосредоточиться на управлении портфелем в целом, следя за его доходностью и рисками.

Также важно отметить, что диверсификация портфеля может помочь увеличить потенциальную прибыль, так как инвесторы могут использовать различные активы для получения дохода.

Исходя из вышеописанного, уже зная какие преимущества даёт диверсификация, а также изучив существующий технический опыт реализации с помощью кластеризации, можно теоретически описать этапы создания диверсифицированного портфеля.

Процесс формирования портфеля с использованием методов кластеризации и оптимизации может быть разделен на следующие этапы:

1. Определение набора активов для анализа — выбор акций для включения в портфель.
2. Сбор данных о стоимости акций за определенный период времени. Источники данных могут быть платными.
3. Применение метода кластеризации к набору активов. Выбор конкретного метода зависит от целей анализа и доступных данных.
4. Анализ результатов кластеризации, определение корреляций между кластерами и выбор наименее коррелированных для включения в портфель.
5. Моделирование доходности портфеля с учетом различных сценариев развития рынка.
6. Формирование портфеля на основе результатов моделирования, с учетом оптимального соотношения доходности и риска.
7. Регулярный мониторинг портфеля и его ребалансировка в соответствии с изменениями в доходности и корреляциях между активами.

Таким образом цель исследования была достигнута. Изучив уже существующий опыт, а также систематизируя уже существующие знания по данной теме. Были выделены этапы формирования портфеля с использованием методов кластеризации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Markowitz, H., PORTFOLIO SELECTION. Journal of Finance, 7, issue 1, 1952, p. 77–91
2. Ren, Z. Portfolio construction using clustering methods (Doctoral dissertation, Worcester Polytechnic Institute).

## ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ИМПОРТА ОБЛАКА ТОЧЕК ДЛЯ ПРОГРАММЫ NANOCAD

### THE TASK OF OPTIMIZING POINT CLOUD IMPORT FOR THE NANOCAD PROGRAM

V. Shvetsova  
O. Leonova

*Summary.* This article examines the task of optimizing point cloud in the nanoCAD program. The research objective is to analyze an approach based on the use of new modeling methods that allow for more efficient and accurate point cloud import optimization. The article addresses the following issues: challenges of point cloud import optimization; approaches to point cloud import optimization; capabilities of the nanoCAD program for point cloud import optimization; evaluation of the set of tools and features that help users implement point cloud optimization tasks. In conclusion, the article presents findings on the application of point cloud import optimization in the nanoCAD program. The article may be useful for construction professionals involved in modeling complex objects.

*Keywords:* computer programs, construction objects, design, innovative modeling, architectural forms, point import optimization, three-dimensional object point clouds.

**Швецова Виктория Викторовна**

Кандидат технических наук, доцент,  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
vikt.schvetzova2012@yandex.ru

**Леонова Ольга Николаевна**

Кандидат технических наук, доцент,  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
onl60@mail.ru

*Аннотация.* В данной статье рассматривается задача оптимизации облака точек в программе nanoCAD. Целью исследования является анализ подхода, основанного на использовании новых методов моделирования, которые позволяют более эффективно и точно производить оптимизацию импорта облака точек. В статье рассматривались следующие вопросы: проблематика оптимизации импорта облака точек; подходы к оптимизации импорта облака точек; возможности программы nanoCAD для оптимизации импорта облака точек; оценка набора инструментов и функций, которые помогут пользователям реализовать задачу оптимизации облака точек. В заключение приводятся принципы по применению оптимизации импорта облака точек в программе nanoCAD. Статья может быть полезной для строительных специалистов, занимающихся моделированием сложных объектов.

*Ключевые слова:* компьютерные программы, объекты строительства, проектирование, инновационное моделирование, архитектурные формы, оптимизация импорта точек, облака точек трехмерных объектов.

### Введение. Постановка проблемы

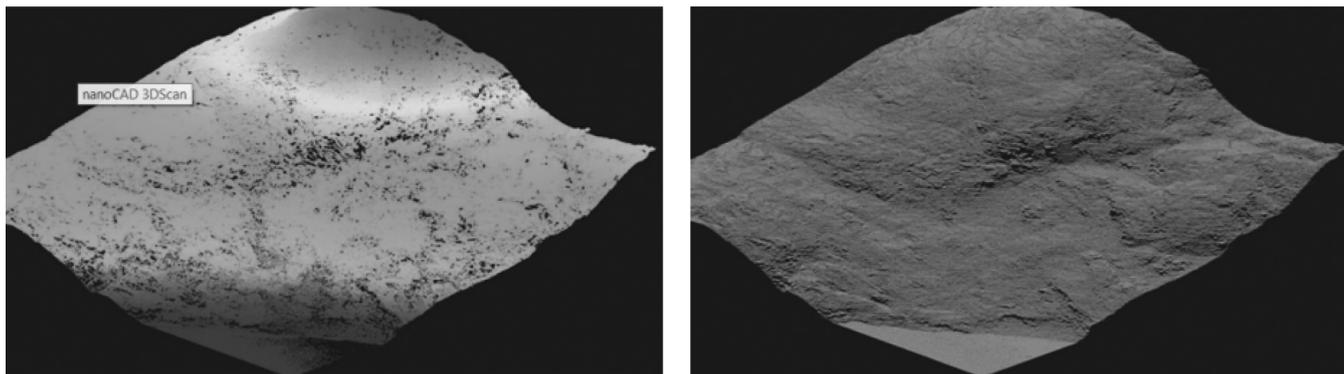
В данной статье рассматривается проблема применения моделирования [Белов, 2017] для создания сложных криволинейных поверхностей за счёт оптимизации импорта облака точек в программе nanoCAD [Полещук, 2017; Шевченко, 2018]. Облако точек представляет собой большой и сложный набор точек в трехмерной системе координат. В большинстве случаев, облако точек является результатом работы лазерного 3D-сканирования со скоростями, превышающими 1 млн. точек в секунду, что позволяет получать представление о геометрии поверхности сканируемого объекта [Медведев и др., 2023], изображение которого необходимо упорядочить с необходимым качеством за заданное время, преобразовав из растрового в векторное изображение [Буров и др., 2020].

Объектом исследования является подход по оптимизации импорта облака точек в программе nanoCAD [Полещук, 2017] для более эффективного и точного создания сложных криволинейных поверхностей [Кузнецов, 2018]. В ходе обзора мировых научных источников

по теме исследования были отмечены следующие публикации [Хахулина и др., 2023; Brown et al., 2022; Chen et al., 2022; Garcia et al., 2021; Johnson et al., 2021; Kim et al., 2023; Liu et al., 2022; Patel et al., 2023; Smith et al., 2019; Wang et al., 2021].

Целью исследования является анализ подходов (методов) оптимизации импорта облака точек для более эффективного и точного создания сложных криволинейных поверхностей программе nanoCAD. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: актуализировать проблематику оптимизации импорта облака точек; описать подходы к оптимизации импорта облака точек; описать программу nanoCAD и ее возможности для оптимизации импортирования облака точек; оценить набор инструментов и функций, которые помогут пользователям реализовать задачу оптимизации облака точек [«Нанософт разработка» ООО, 2023].

Инструменты визуализации и редактирования в программе nanoCAD весьма разнообразны. Интеграция с другими функциями nanoCAD позволяет использовать облако точек в качестве основы для создания



а) сканируемый участок земной поверхности б) импортированное облако точек  
Рис. 1. Примеры сканируемого участка и импортированного облака [Пархолуп, 2018]

3D-моделей или для реализации других геометрических операций [Шевченко, 2018]. По этой причине, пользователи могут повышать свою эффективность при работе с данными облака точек и интегрировать их в свои проекты. Все эти аспекты делают оптимизацию импорта облака точек в программе nanoCAD *весьма актуальной операцией* для пользователей, которые хотят использовать трехмерные данные в своих проектах и получить максимальную выгоду от возможностей программы nanoCAD [Шамарина, 2023].

Минимальные требования к компьютеру для установки nanoCAD 23 следующие:

- операционная система: Windows 7, 8 или 10 (x32 или x64);
- процессор: Intel Pentium® 4/AMD Athlon®64 или выше;
- оперативная память: не менее 2 Гб (рекомендуется 8 Гб или более);
- видеокарта: с поддержкой DirectX 9 и 512 Мб видеопамяти (рекомендуется 1 Гб или более);
- место на жестком диске: не менее 1 Гб (рекомендуется 5 Гб или более).

Таким образом, для установки nanoCAD 23 минимальный объем жесткого диска должен быть не менее 1 Гб. Однако, рекомендуется иметь не менее 5 Гб свободного места на жестком диске для более устойчивой работы с программой.

#### Методы решения рассмотренной задачи

##### 1. Проблематика представления метаданных в программе

Следует отметить, что *Векторный объект Точка* и *точка облака* в программе nanoCAD представлены разными сущностями. Помимо координат, точка может нести дополнительную информацию — метаданные (атрибуты). Некоторые метаданные являются результатом работы сканера (интенсивность, цвет, время и т.д.), а некоторые добавляются к точке в процессе работы с облаком (класс, нормаль и т.д.). Облако точек представляет собой

отдельный объект, некоторые свойства которого можно просмотреть и отредактировать на функциональной панели *Свойства*. Помимо специализированных операций, для облака точек доступны такие общие операции редактирования как *Перемещение, Поворот, Масштабирование, Отражение, Выравнивание*. Облако точек представляет собой набор трехмерных координат, полученных с помощью лазерного сканирования или других методов съемки, и может достигать порядка нескольких млрд. точек. Импорт в программе nanoCAD представлен широким выбором форматов файлов .xyz, .las или .ply, что позволяет пользователям работать с данными, полученными из различных источников разнообразными методами съёмки [Кузнецов, 2019].

##### 2. Алгоритм импорта облака точек в nanoCAD [«Нанософт разработка» ООО, 2023].

Установлено, что высокая плотность импортируемых облаков точек при общем количестве несколько млрд. точек может значительно повлиять на скорость вычислительного процесса в программе nanoCAD. Следует отметить, что повышение плотности импортируемых облаков точек может привести к увеличению объема данных, которые необходимо обработать, и к временному «зависанию» компьютера. Это может замедлить процесс вычислений в программе nanoCAD, так как больше данных требуется загрузить, а алгоритмы обработки могут потребовать больше времени для выполнения. Однако, снижение плотности импортируемых облаков точек для увеличения скорости решения задачи может привести к потере деталей и точности модели. Поэтому, при выборе оптимальной плотности следует учитывать баланс между скоростью вычислений и качеством модели, по сути решая при этом **оптимизационную задачу**. Зададимся вопросом: «Как оптимизировать процесс выбора плотности импортируемых облаков точек в программе nanoCAD?»

Нами выявлено *несколько способов оптимизации процесса выбора плотности импортируемых облаков точек* в программе nanoCAD.

1. Перед импортом облака точек в nanoCAD следует оценить требования к модели. Если точность и детализация не являются критически важными, то можно выбрать более низкую плотность, еще удовлетворяющую условиям задачи. Если точность и детализация являются критически важными, то следует выбрать более высокую плотность облака точек.
2. Программа nanoCAD предоставляет разнообразные инструменты для управления плотностью импортируемого облака точек. Например, можно использовать инструмент «Уменьшить плотность» для снижения плотности облака точек с целью получения приемлемых значений по времени решения задачи.
3. При импорте облака точек в nanoCAD следует по пробным значениям настроить различные параметры, такие как: размер точек и плотность импортируемого облака. Для каждой подобной задачи, исходя из требуемого размера точек и времени решения задачи, можно опытным путем подобрать плотность импортируемого облака. Для различных настроек определяется оптимальная комбинация таких параметров для нашей модели.
4. Использование более мощного оборудования станет необходимым при работе с большими и сложными моделями. Следует рассмотреть возможность использования более мощного компьютера или графической карты.
5. Использование альтернативных форматов файлов позволит найти те форматы, импорт которых происходит быстрее при использовании прежних вычислительных ресурсов. В программе nanoCAD можно импортировать точки из следующих форматов файлов: 1. CSV (Comma-Separated Values) — это текстовый формат, где значения разделены запятыми. Он обычно используется для хранения табличных данных, включая координаты точек. 2. TXT (Text) — это простой текстовый формат, где каждая строка представляет собой отдельную точку с указанными координатами. 3. DXF (Drawing Exchange Format) — это формат файла, который широко используется в программном обеспечении CAD. Он поддерживает импорт и экспорт геометрических данных, включая точки. Выбор формата файла зависит от того, какие данные у нас есть, и как они организованы. Если у нас есть таблица с координатами точек, то CSV может быть наиболее удобным форматом. Если у нас есть простой текстовый файл с координатами точек, то TXT может быть предпочтительным вариантом. Если у нас есть файл CAD с точками, то DXF может быть наиболее подходящим форматом. Важно также учесть требования и возможности программы nanoCAD при импорте файлов разных форматов.

#### Алгоритм импорта облака точек в nanoCAD

Шаг 1: *Подготовка облака точек.* Производится оптимизационная обработка данных облака точек, если это необходимо (удаление выбросов, фильтрация и т.д.). Экспорт облака точек в поддерживаемом формате, таком как .xyz, .las или .ply.

Шаг 2: *Открытие nanoCAD и создание нового проекта.*

Шаг 3: *Импорт облака точек.*

Шаг 4: *Работа с облаком точек.* После импорта облака точек в нем возможно провести измерение расстояний, создание 3D-моделей или других геометрических операций. В Облаке точек можно проводить редактирование, добавление новых точек, удаление или перемещение существующих точек.

Шаг 5: *Сохранение проекта* в различных форматах, таких как .dwg, .dxf или других форматах, поддерживаемых программой nanoCAD.

Шаг 6: *Визуализация облака точек* для более их наглядного представления и изменения отображения: цвета, размера или прозрачности точек в режимах «Полигон», «Точка» или «Сетка» с целью получения нужного эффекта.

Шаг 7: *Работа с точками облака* по выделению, перемещению, удалению или созданию новых точек.

Шаг 8: *Экспорт облака точек* при необходимости.

Шаг 9: *Завершение работы* с сохранением проекта.

3. *Программная реализация импорта облака точек* [«Нанософт разработка» ООО, 2023].

Импорт облаков точек в программе nanoCAD реализован так:

- Лента: Облака точек > Облако точек > Импорт.
- Меню: Вставка > Облако точек.
- Меню: Облака точек > Импорт.
- Панель: Облака точек > Командная строка: NPC\_IMPORT, ОБВС, ОБЛАКОТОЧЕКВСТАВИТЬ.

Команда позволяет импортировать облака точек в пространство модели чертежа из файлов формата LAS, LAZ, BIN, PTX, PTS, PCD, TXT, XYZ, XYB, PLY, E57, RCS, RCP, NPC.

Мастер импорта текстовых файлов реализован так.

При импорте облаков точек из текстового формата (TXT, XYZ, XYB, ...) открывается диалог Мастера импорта

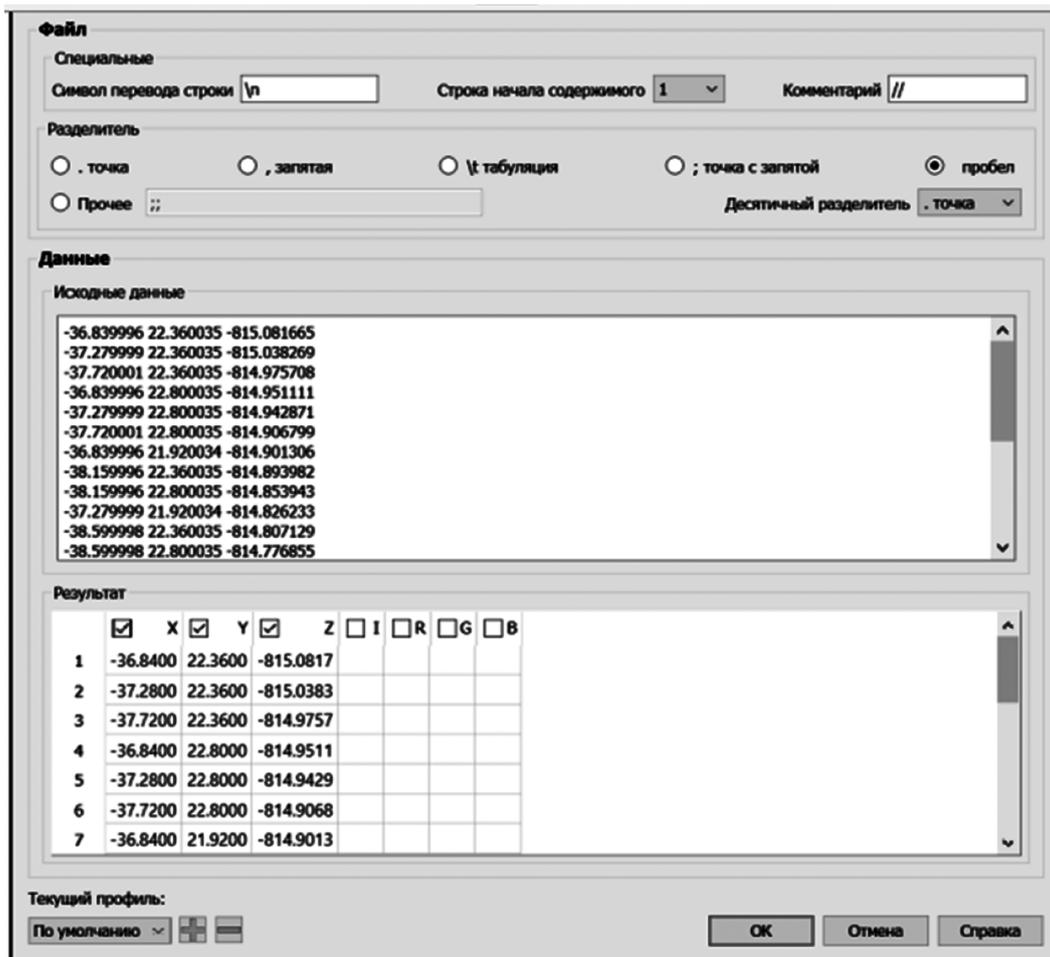


Рис. 2. Диалог Мастера импорта текстовых файлов [«Нанософт разработка» ООО, 2023]

текстовых файлов (Рисунок 2). Он позволяет задать правила интерпретации данных импортируемого файла.

После закрытия Мастера импорта текстовых файлов, открывается основной диалог импорта облаков точек.

4. Диалог импорта облака точек [«Нанософт разработка» ООО, 2023].

Диалог импорта позволяет указать, какие именно данные должны быть импортированы и в каком виде. Диалог импорта облака точек позволяет визуально просмотреть облако точек файла и получить представление о данных, находящихся в файле (Рисунок 3). Диалог импорта позволяет: одновременно импортировать несколько файлов; просматривать подробную информацию о каждом файле и о значениях метаданных в нем; задать индивидуальную трансформацию облака точек из каждого файла по кодам EPSG (если облако точек имеет систему координат, описанную кодом EPSG, или пользователь задаст для него EPSG вручную); организовать предпросмотр облака точек в 3D, а также осуществить выбор пространственного фрагмента в любом ракурсе выбранном пользователем; задать единицы измерения

исходным данным, управлять единицами измерения чертежа и конвертацией данных из исходных единиц в единицы чертежа; задавать типы метаданных, которые необходимо импортировать из исходных данных; задавать классы, которые необходимо импортировать из исходных данных; задавать прореживание данных при импорте; задавать разбиение на облака по классам, источникам, отражениям; разбивать облака точек на блоки, как по сетке, так и вдоль полётной линии.

В этом случае облако не грузится сразу в чертёж. В папке с облаком точек создаётся набор dwg-файлов, каждый из которых содержит блок — фрагмент облака, полученный разбиением исходного файла в соответствии с заданными параметрами. Функцию удобно использовать для оптимизации импорта, а полученные фрагменты можно загружать в чертёж отдельно, значительно уменьшив объём используемой памяти. В окне предварительного просмотра отображается все содержимое импортируемого оптимизируемого файла и задается импортируемая область облака точек. По умолчанию будет импортирована вся область, однако, возможно задание одной или нескольких областей различной формы, вместо загрузки всех точек файла. Для выбора областей

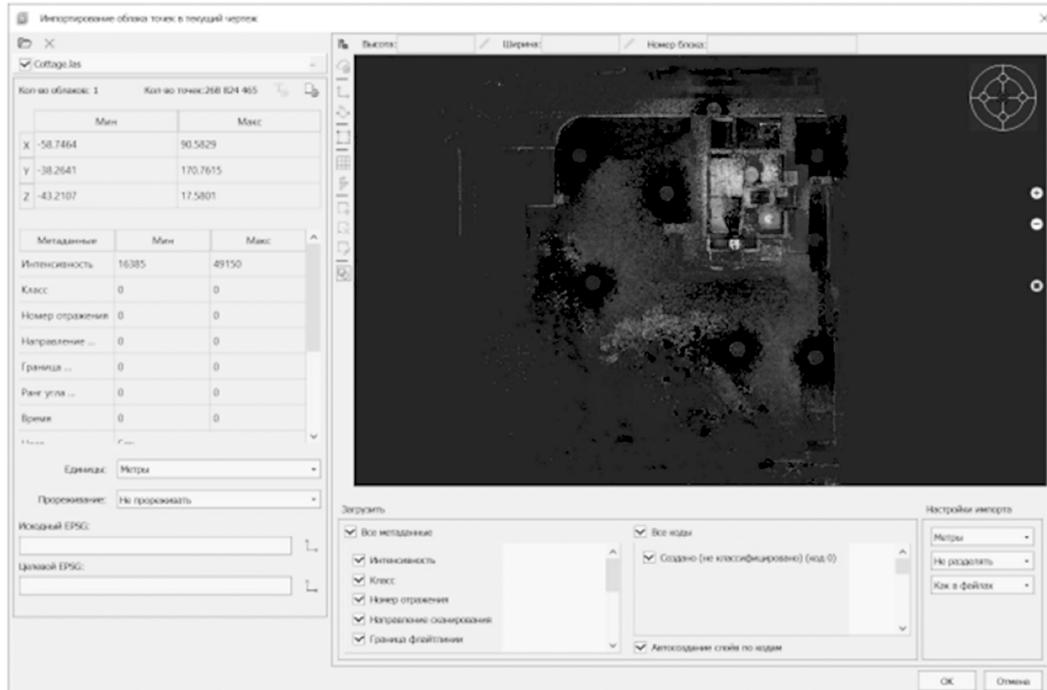


Рис. 3. Диалог импорта облаков точек [«Нанософт разработка» ООО, 2023]

необходимо активировать набор инструментов выбора областей и указать их координаты. В режиме импорта активируется режим импорта в текущий документ. Активируется режим редактирования описания проекта. Возможно включение режима разбиения сеткой только в режиме создания проекта. Имеется возможность измерить расстояния в окне предварительного просмотра путем создания сетки разбиения. Включение режима разбиения по полетной линии доступно только в режиме создания проекта. В данных о файле отображаются статистические данные о точках импортируемого оптимизируемого файла. Можно установить единицы облака, его систему координат и настроить прореживание. Возможно также, снизить плотность импортируемых облаков для повышения скорости вычислительного процесса, что является весьма актуальным.

**5. Дополнения и рекомендации.** В процессе исследования были получены следующие дополнения и рекомендации. Перед оптимизацией импорта облака точек в nanoCAD необходимо проверить, что формат файла поддерживается данной программой. Если облако точек слишком крупное или содержит большое количество точек, то может потребоваться выполнение предварительной обработки данных для оптимизации производительности программных вычислений. Следует использовать возможности визуализации и редактирования в nanoCAD для более удобной работы с облаком точек. При работе с облаком точек тщательный анализ размеров и масштабов позволяет достичь требуемой точности моделирования [«Нанософт разработка» ООО, 2023].

Таким образом, в результате анализа вычислительного процесса были сформулированы некоторые общие принципы оптимизации импорта облака точек в программе nanoCAD.

1. Следует определить, какие критерии являются наиболее важными для вашей модели: точность, детализация или скорость обработки.
2. Проведение эксперимента с различными значениями плотности при импорте облака точек и оценки их влияния на целевые критерии для нахождения баланса между достаточной детализацией и приемлемой скоростью обработки.
3. Использование эмпирических методов при доступе к реальным данным или предыдущим опытам для определения оптимальной плотности импортируемого облака точек в серии тестов с разными значениями плотности и со сравнительной оценкой результатов.
4. Анализ ресурсных ограничений нашей системы: доступная память или вычислительная мощность, при которых достигается удовлетворительная плотность импортируемого облака точек.
5. Экспертная поддержка специалистов из сообщества пользователей nanoCAD позволит получить советы и рекомендации по оптимизации процесса выбора плотности импортируемых облаков точек.

Следует учитывать, что эти принципы являются общими рекомендациями, и конкретные формулы или методы оптимизации могут зависеть от конкретных условий и требований нашего проекта.

## Выводы

В результате проведенного исследования достигнута следующая цель— рассмотрен и проанализирован подход в виде пошагового алгоритма задачи оптимизации импорта облака точек в nanoCAD, проанализированы способы оптимизации процесса выбора плотности

импортируемых облаков точек в программе nanoCAD, сформулированы общие принципы оптимизации импорта облака точек, что позволяет использовать трехмерные координаты в качестве эффективной основы для создания 3D-моделей или других геометрических операций при разработке строительной документации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белов, А. Технологии 3D-моделирования. Издательство: Питер, ISBN: 978-5-496-02311-3, 2017.
2. Буров, В.В., Лобанов, Д.В., Мельников, А.В. Импорт облака точек в nanoCAD. Сборник научных трудов «Инженерная графика и дизайн», 2020.
3. Кузнецов, А. nanoCAD. Проектирование и черчение. Издательство: БХВ-Петербург, ISBN: 978-5-9775-4091-8, 2018.
4. Кузнецов, Г.О. Разработка создания геометрии объектов в граничном представлении для подготовки начальных данных инженерного анализа в ПК ЛОГОС: магистерская диссертация / Г.О. Кузнецов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа ядерных технологий (ИЯТШ), Отделение экспериментальной физики (ОЭФ); науч. рук. А.Ю. Трифионов. — Томск, 2019.
5. Медведев, В.И., Райкова, Л.С. Программы для обработки данных лазерного сканирования местности // ООО «ИндорСофт». 2017. №2 (9). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmy-dlya-obrabotki-dannyh-lazernogo-skanirovaniya-mestnosti> (дата обращения: 26.10.2023).
6. Пархолуп, С. В. NanoCAD Облака точек: переход в 3D-образы/ CADmaster №2(88), 2018 «Изыскания, генплан и транспорт». Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmy-dlya-obrabotki-dannyh-lazernogo-skanirovaniya-mestnosti> (дата обращения: 06.11.2023).
7. Платформа nanoCAD/Версия 23/РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ Нанософт разработка 2023 2 © Copyright 2019 «Нанософт разработка» ООО.
8. Полещук, Н.Н. Путь к nanoCAD. —СПб.: БХВ-Петербург, 2017, ISBN 978-5-9775-3821-3-368 с.: ил.
9. Смирнов, А., Иванов, С. САД-системы и компьютерная графика, Издательство: БХВ-Петербург, ISBN: 978-5-9775-2190-1, 2016.
10. Технологии в архитектурном проектировании [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / [А.А. Шамарина, А.С. Павлюк, А.А. Коста, Е.С. Шафрай]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра архитектуры. — Электрон. дан. и прогр. (4,0 Мб). — Москва: Издательство МИСИ — МГСУ, 2023. — Режим доступа: <http://lib.mgsu.ru> (дата обращения 26.10.2023).
11. Хахулина, Н.Б., Корсакова, К.А., Чеботок, А.И. Альтернативное программное обеспечение для обработки геодезических измерений. Воронежский государственный технический университет, Россия, Воронеж, Сборник трудов конференции, 2022, С.197–203.
12. Шевченко, С. 3D-моделирование в nanoCAD. Издательство: Ленанд, ISBN: 978-5-6040725-7-0, 2018.
13. Brown, A., Davis, M. Using nanoCAD for Point Cloud Processing and Analysis. Proceedings of the International Symposium on Computer Graphics and Visualization, 2022.
14. Chen, G., Li, Q., Wang, Z. Practical Guide to Importing and Manipulating Point Clouds in nanoCAD. Proceedings of the International Conference on Computer-Aided Design and Manufacturing, 2022.
15. Garcia, R., Rodriguez, M. Importing and Editing Point Clouds in nanoCAD for Surveying and Mapping. Geomatics World Magazine, 2021.
16. Johnson, R., Thompson, L. Importing and Manipulating Point Cloud Data in nanoCAD. CAD Tips and Tricks, 2021.
17. Kim, S., Park, J., Lee, H. Integration of Point Clouds in nanoCAD for Civil Engineering Applications. Journal of Civil Engineering and Management, 2023.
18. Liu, Y., Zhang, H., Li X. Integrating Point Clouds into Design Workflow using nanoCAD. International Journal of CAD/CAM, 2022.
19. Patel, S., Gupta, R. Importing and Visualizing Point Clouds in nanoCAD for Architectural Design. Proceedings of the International Conference on Computer-Aided Design, 2023.
20. Smith, J. Working with Point Clouds in nanoCAD. Digital Engineering Magazine, 2019.
21. Wang, C., Chen, L., Li, M. Advanced Techniques for Point Cloud Import in nanoCAD. Journal of Computer-Aided Design and Graphics, 2021.

© Швецова Виктория Викторовна (vikt.schvetzova2012@yandex.ru); Леонова Ольга Николаевна (onl60@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРЕДШЕСТВУЮЩАЯ ТЕРАПИЯ ПРЯМЫМИ ОРАЛЬНЫМИ АНТИКОАГУЛЯНТАМИ И РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВЕНОЗНЫХ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ГОСПИТАЛИЗИРОВАННЫХ ПАЦИЕНТОВ С COVID-19

## PREVIOUS DIRECT ORAL ANTICOAGULANT THERAPY AND THE RISK OF VENOUS THROMBOEMBOLISM IN HOSPITALIZED PATIENTS WITH COVID-19

**D. Abramov  
A. Smolkina  
V. Kitaeva**

*Summary.* COVID-19-associated hypercoagulation quite often leads to the development of venous thromboembolism (VTE), especially in hospitalized patients with any pathology. In Russia to prevent VTE in this group of patients, it is recommended to prescribe anticoagulant therapy, at least in prophylactic doses. according to the recommendations, direct oral anticoagulants in prophylactic doses. We conducted a retrospective study in a random sample of patients admitted to a hospital for treatment of patients with a new coronavirus infection, who had risk factors for VTE and received direct oral anticoagulants at a prophylactic dose at the outpatient stage. The control group included patients who had risk factors for VTE but were not receiving anticoagulants at the outpatient stage. Episodes of VTE in the form of deep vein thrombosis and/or pulmonary embolism were evaluated in patients. The results showed that the risk of VTE in patients receiving direct oral anticoagulants at the outpatient stage after hospitalization was comparable to the risk of VTE in patients not receiving anticoagulant therapy at the outpatient stage.

*Keywords:* COVID-19, venous thromboembolism, antithrombotic therapy, direct oral anticoagulants, apixaban, rivaroxaban, D-dimer.

**Абрамов Дмитрий Викторович**

Аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный университет»;  
Врач-анестезиолог, Государственное учреждение здравоохранения «Ульяновский областной клинический госпиталь ветеранов войн»  
dmdockap@mail.ru

**Смолякина Антонина Васильевна**

Доктор медицинских наук, профессор,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный университет»  
smolant1@yandex.ru

**Китаева Виктория Николаевна**

Кандидат медицинских наук, доцент,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный университет»  
kitaeva-vn@yandex.ru

*Аннотация.* COVID-19-ассоциированная гиперкоагуляция достаточно часто приводит к развитию венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭО), особенно у госпитализированных пациентов с любой патологией. В России, согласно рекомендациям, для профилактики ВТЭО у данной группы пациентов рекомендовано назначение антикоагулянтной терапии, как минимум, в профилактических дозах на амбулаторном этапе, имеющих высокий риск развития данных осложнений. Нами было проведено ретроспективное исследование в случайной выборке пациентов, поступивших на стационарное лечение в госпиталь для лечения больных с коронавирусной инфекцией, имевших факторы риска ВТЭО и получавших на амбулаторном этапе прямые оральные антикоагулянты в профилактической дозе. В контрольную группу были включены пациенты, имевшие факторы риска ВТЭО, но не получавшие антикоагулянты на амбулаторном этапе. У пациентов оценивались эпизоды ВТЭО в виде тромбоза глубоких вен и/или тромбоэмболии легочной артерии. В результате были получены данные, что риск развития ВТЭО у пациентов, получавших прямые оральные антикоагулянты на догоспитальном этапе после поступления в стационар, оказался сопоставим с риском ВТЭО у пациентов, не получавшим антикоагулянтную терапию на догоспитальном этапе.

*Ключевые слова:* COVID-19, венозные тромбоэмболические осложнения, антитромботическая терапия, прямые оральные антикоагулянты, аписабан, ривароксабан, D-димер.

## Введение

**К**оронавирусная инфекция COVID-19, впервые широко распространившаяся в Китайской Народной Республике в конце 2019 года, вызвала масштабную пандемию и серьезный кризис системы здравоохранения во многих странах. Мишенью вируса SARS-CoV-2 являются эндотелиальные клетки, имеющие рецепторы ACE2. В результате повреждается эндотелий сосудов, прежде всего в таких органах, как легкие, сердце, почки, костный мозг, что вызывает эндотелиальную микрососудистую дисфункцию, а также сопровождается прокоагулянтным состоянием крови. Вследствие этого могут развиваться тромботические и тромбоэмболические осложнения. Во многих исследованиях было показано, что инфекция COVID-19 приводит к высокой частоте тромбоэмболических осложнений, особенно среди тяжелобольных пациентов [1]. Аутопсийные исследования пациентов с COVID-19 показали, что микротромбы могут обнаруживаться в разных органах, наиболее частыми из них являются легочные макро— и микротромбы [2, 3]. В некоторых исследованиях отмечено, что антикоагулянтная терапия улучшает выживаемость у тяжелобольных пациентов, наряду со снижением частоты тромбоэмболических осложнений [4–7]. При этом в разных исследованиях зачастую дается разная оценка эффективности низкомолекулярных гепаринов (НМГ), нефракционированного гепарина (НФГ) и прямых оральных антикоагулянтов (ПОАК) у пациентов с COVID-19 [5–8].

Согласно действующим Российским клиническим рекомендациям по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбоэмболических осложнений, достаточных фактов, позволяющих сформулировать показания для профилактики ТГВ у больных вне стационара, пока не накоплено [9]. И в некоторых исследованиях отмечается низкая эффективность ПОАК у пациентов с COVID-19 при их рутинном назначении на амбулаторном этапе [10, 11].

В соответствии с Временными методическими рекомендациями Министерства здравоохранения РФ по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19), версия 6 от 28.04.2020 (версия 6 ВМР), всем госпитализированным пациентам рекомендуется назначение НМГ, как минимум, в профилактических дозах, а при недоступности НМГ возможно применение НФГ [12]. Впервые применение ПОАК, в виде профилактических доз апиксабана (2,5 мг 2 раза в сутки) и ривароксабана (10 мг 1 раз в сутки), для профилактики ВТЭО при COVID-19 было рекомендовано в версии 9 ВМР от 26.10.2020, при этом указано, что при амбулаторном лечении антикоагулянты в первичной профилактике тромбоза глубоких вен/тромбоэмболии легочной артерии изучены недостаточно. При этом, пациентам, получающим пероральные антикоагулянты по другим

показаниям, при не тяжелых проявлениях COVID-19, их прием можно продолжить [13].

В алгоритмах лечения пациентов с COVID-19, представленных Информационным центром COVID-19 Медицинского факультета Вашингтонского университета, рекомендуется проведение профилактики венозных тромбоэмболических осложнений с применением НМГ или НФГ в стандартных профилактических дозах при отсутствии противопоказаний. При этом, в алгоритмах лечения пациентов с COVID-19 Yale New Haven Health System допускается профилактическое применение апиксабана или ривароксабана при уровне D-димера  $\geq 5$  мг/л [14].

В версии 18 ВМР от 26.10.2023 оценка риска ВТЭО у пациентов с COVID-19 на амбулаторном этапе в виде шкалы не представлено, имеются набор показателей из разных шкал риска ВТЭО, в основном, из шкалы Padua, при этом в некоторых исследованиях имеются попытки систематизации факторов риска ВТЭО у данной группы пациентов [15, 16]. На данный момент разрешены к применению на амбулаторном этапе следующие ПОАК: ривароксабан, апиксабан и дабигатрана этексилат. При этом указано, что доказательств пользы от рутинного назначения антикоагулянтов пациентам с COVID-19, которые не были госпитализированы, в рандомизированных контролируемых клинических исследованиях не получено [15].

В отличие от догоспитального применения ПОАК, имеется достаточно много исследований об эффективности приема ПОАК у пациентов с COVID-19 после выписки из стационара, если у них имеются показания для длительной антикоагулянтной терапии [17–19]. При этом в версии 18 ВМР имеется шкала оценки риска ВТЭО для данной категории пациентов [15].

Цель нашего исследования является изучить, влияет ли терапия ПОАК в амбулаторных условиях на риск развития ВТЭО у пациентов с COVID-19 при их последующей госпитализации.

## Методы исследования

В ходе ретроспективного исследования нами было проанализировано 113 историй болезни пациентов, находившихся на стационарном лечении по поводу COVID-19 в госпитале для лечения больных с новой коронавирусной инфекцией на базе ГУЗ «Центральная клиническая медико-санитарная часть имени заслуженного врача России В.А. Егорова» с 1 ноября 2020 г. по 30 апреля 2021 г. Критерии включения: подтвержденный COVID-19 методом ПЦР-диагностики, запись в амбулаторной карте и данные анамнеза о приеме ПОАК на амбулаторном этапе, D-димер при поступлении 1000 мкг/л и более,

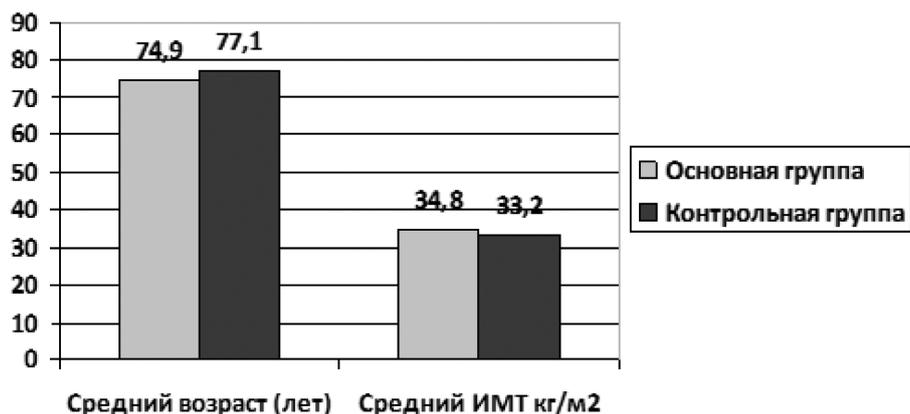


Рис. 1. Состав групп

тромбоз глубоких вен (ТГВ) подтвержденный методом компрессионного ультразвукового дуплексного ангиосканирования (ультразвуковой сканер Sonoscape S6PRO), тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) подтвержденная методом КТ-ангиопульмонографии (компьютерный томограф Siemens Somatom Drive) и/или по результатам патологоанатомического исследования. Критерии исключения: ТГВ/ТЭЛА в анамнезе (как фактор существенно повышающий риск ВТЭО); госпитализация в отделение интенсивной терапии и реанимации (как фактор существенно повышающий риск ВТЭО), наличие ряда тромбофилий (дефициты антитромбина, протеинов С или S, антифосфолипидный синдром, фактор V Лейден, мутация гена протромбина G-20210A), в связи с их низкой распространенностью в популяции; длительный прием НОАК по другим показаниям. Контрольную группу составила случайная выборка 50 историй болезней больных без указания на прием антикоагулянтов на амбулаторном этапе, находившихся на стационарном лечении в том же стационаре, в тот же промежуток времени. При этом для более равномерного распределения в группах, в контрольную группу пациентов были включены только пациенты, имеющие два и более факторов риска ВТЭО, согласно BMR версии 9, уровень D-димера при поступлении 1000 мкг/л и более. Полученные данные были обработаны с помощью пакета статистических программ SPSS.

В связи с отсутствием шкалы риска ВТЭО у пациентов с COVID-19 на амбулаторном этапе, при назначении ПОАК врачи на догоспитальном этапе руководствовались данными из BMR версия 6 и последующих, поэтому пациенты основной группы имели средний ИМТ= 34,8 ± 1,4 кг/м<sup>2</sup>, а средний возраст = 74,9 ± 2,1 года. При этом терапию НОАК практически не назначали пациентам старше 80 лет, опасаясь высокого риска кровотечения. При этом пациенты старше 65 лет и с ИМТ более 30 кг/м<sup>2</sup> входили в группы более тяжелого течения COVID-19 и, следовательно, более высокого риска госпитализации в инфекционный стационар. При этом контрольную группу составили пациенты со средним ИМТ 33,2 ± 1,6 кг/м<sup>2</sup>,

средним возрастом 77,1 ± 1,9 года (см. рисунок 1). В основной группе мужчин было 54 %, женщин — 46 %, в контрольной группе мужчин — 64 %, женщин — 36 % соответственно.

77 % пациентов основной группы получали ривароксабан (10 мг 1 раз в сутки), 33 % пациентов получали апиксабан (2,5 мг 2 раза в сутки), ни одному пациенту не был назначен дабигатрана этексилат (см. рисунок 2). После поступления в стационар всем пациентам был отменен прием ПОАК и назначена антикоагулянтная терапия Эноксапарином в профилактической дозе (4000 анти-Ха МЕ/0,4 мл 1 раз в сутки подкожно). Такая же антикоагулянтная терапия была назначена всем пациентам контрольной группы.

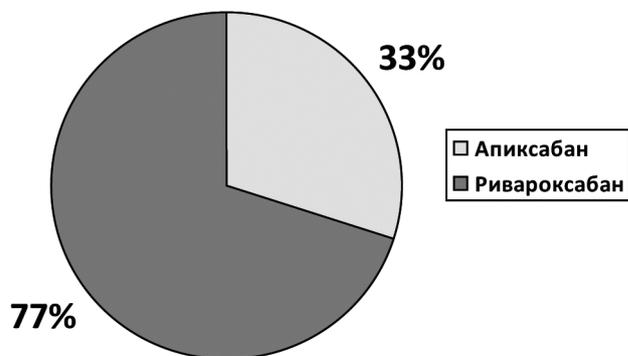


Рис. 2. Лекарственные препараты

В основной группе среднее значение D-димера при поступлении был 1535 ± 85 мкгFEU/л, а в контрольной группе составил 1650 ± 95 мкгFEU/л (см. рисунок 3).

### Результаты

В основной группе ВТЭО были диагностированы у 21 пациента или в 18,6 % случаев (19 случаев ТГВ и 3 случая ТЭЛА), в контрольной группе ВТЭО были диагностированы у 9 пациентов или в 18 % случаев (8 случаев ТГВ и 1 случай ТЭЛА). При этом показатели в обеих группах пациентов были выше средних показателей заболеваемо-

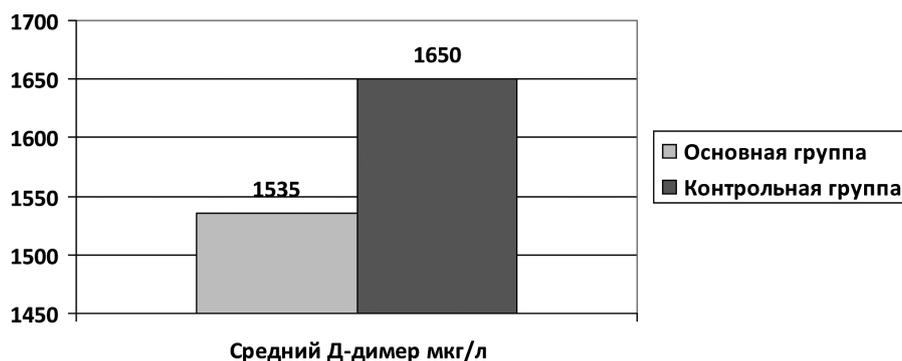


Рис. 3. Среднее значение Д-димера по группам

сти ВТЭО для палат общего профиля госпиталя для лечения больных с COVID-19 (12,5 %), что вполне ожидаемо в связи с наличием у пациентов основной и контрольной групп как минимум двух факторов риска ВТЭО и высоких показателей D-димера. При этом различия показателей, оцененные с помощью критерия хи-квадрат Пирсона с поправкой Йейтса (значение критерия хи-квадрат = 0,017, уровень значимости  $p=0.897$ ), были статистически незначимы ( $p>0,05$ ). Следовательно, риск развития ВТЭО у пациентов с COVID-19 после госпитализации в стационар не зависит от предшествующей терапии ПОАК.

#### Обсуждение

Полученные результаты исследования свидетельствуют о низкой эффективности профилактических доз ПОАК у пациентов с COVID-19 и высоким риском ВТЭО на амбулаторном этапе. Возможно применение НМГ в профилактических дозах более целесообразно у пациентов с наличием факторов риска ВТЭО на амбулатор-

ном этапе, хотя это и менее комфортно [4–8, 11]. Но также нужно принимать в расчет и трудности при объективной оценке лечения на амбулаторном этапе и особенно при ретроспективном исследовании, а именно приверженность терапии, соблюдение дозировок и кратности приема препарата пациентом, находящемся вне стационара. А, также, в нашем исследовании не учитывалось возможное снижение числа средне-тяжелого и тяжелого COVID-19 на фоне приема ПОАК, и, как следствие, снижение числа госпитализаций в стационар в данной группе пациентов.

#### Выводы

Риск развития ВТЭО у пациентов с COVID-19, получавших терапию апиксабаном и ривароксабаном в профилактических дозах на амбулаторном этапе, после поступления в стационар сопоставим с риском ВТЭО у пациентов с COVID-19 не получавшим антикоагулянтную терапию на догоспитальном этапе.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Lodigiani C, Iapichino G, Carenzo L, Cecconi M et al. COVID-19 Task Force. Venous and arterial thromboembolic complications in COVID-19 patients admitted to an academic hospital in Milan, Italy. *Thromb Res.* 2020 Jul;191:9–14. doi: 10.1016/j.thromres.2020.04.024. Epub 2020 Apr 23. PMID: 32353746; PMCID: PMC7177070.
- Tan BK, Mainbourg S, Friggeri A, Bertolotti L, et al. Arterial and venous thromboembolism in COVID-19: a study-level meta-analysis. *Thorax.* 2021 Oct;76(10):970–979. doi: 10.1136/thoraxjnl-2020-215383. Epub 2021 Feb 23. PMID: 33622981.
- Jiménez D, García-Sánchez A, Rali P, Muriel A, et al. Incidence of VTE and Bleeding Among Hospitalized Patients With Coronavirus Disease 2019: A Systematic Review and Meta-analysis. *Chest.* 2021 Mar;159(3):1182–1196. doi: 10.1016/j.chest.2020.11.005. Epub 2020 Nov 17. PMID: 33217420; PMCID: PMC7670889.
- Кузнецов М.Р., Решетов И.В., Папышева О.В. [и др.] Основные направления антикоагулянтной терапии при COVID-19 // *Лечебное дело.* — 2020. — № 2. — С. 66–73. — DOI 10.24411/2071-5315-2020-12213. — EDN WNKSAU.
- Bulanov AY, Bulanova EL, Simarova IB, Bovt EA et al. Integral assays of hemostasis in hospitalized patients with COVID-19 on admission and during heparin thromboprophylaxis. *PLoS One.* 2023 Jun 2;18(6):e0282939. doi: 10.1371/journal.pone.0282939. PMID: 37267317; PMCID: PMC10237390.
- Stone GW, Farkouh ME, Lala A, Tinuoye E, et al. FREEDOM COVID Anticoagulation Strategy Randomized Trial Investigators. Randomized Trial of Anticoagulation Strategies for Noncritically Ill Patients Hospitalized With COVID-19. *J Am Coll Cardiol.* 2023 May 9;81(18):1747–1762. doi: 10.1016/j.jacc.2023.02.041. Epub 2023 Mar 6. PMID: 36889611; PMCID: PMC9987252.
- Lopes RD, de Barros E Silva PGM, Furtado RHM, Macedo AVS, et al. ACTION Coalition COVID-19 Brazil IV Investigators. Therapeutic versus prophylactic anticoagulation for patients admitted to hospital with COVID-19 and elevated D-dimer concentration (ACTION): an open-label, multicentre, randomised, controlled trial. *Lancet.* 2021 Jun 12;397(10291):2253–2263. doi: 10.1016/S0140-6736(21)01203-4. Epub 2021 Jun 4. PMID: 34097856; PMCID: PMC8177770.
- Billett HH, Reyes-Gil M, Szymanski J, Ikemura K et al. Anticoagulation in COVID-19: Effect of Enoxaparin, Heparin, and Apixaban on Mortality. *Thromb Haemost.* 2020 Dec;120(12):1691–1699. doi: 10.1055/s-0040-1720978. Epub 2020 Nov 13. PMID: 33186991; PMCID: PMC7869055.
- Божерия Л.А., Затевахин И.И., Кириенко А.И. [и др.] Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбозных осложнений (ВТЭО) // *Флебология.* — 2015. — Т. 9, № 4–2. — С. 1–52. — EDN XIOPYZ.

10. Отделенов В.А., Мирзаев К.Б., Сычёв Д.А. Возможность применения прямых пероральных антикоагулянтов для профилактики тромбоэмболических событий у пациентов с COVID-19. *Качественная Клиническая Практика*. 2020;(45):18–22. <https://doi.org/10.37489/2588-0519-2020-S4-18-22>
11. Rauch-Kröhnert U, Puccini M, Placzek M, Beyer-Westendorf J, et al. Initial therapeutic anticoagulation with rivaroxaban compared to prophylactic therapy with heparins in moderate to severe COVID-19: results of the COVID-PREVENT randomized controlled trial. *Clin Res Cardiol*. 2023 Nov;112(11):1620–1638. doi: 10.1007/s00392-023-02240-1. Epub 2023 Jul 5. PMID: 37407731; PMCID: PMC10584737.
12. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 6» (утв. Министерством здравоохранения РФ 28 апреля 2020 г.).
13. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 9» (утв. Министерством здравоохранения РФ 26 октября 2020 г.).
14. YNNHS Treatment Guidance for Hospitalized ADULTS with COVID-19 <https://medicine.yale.edu/>: Yale School of Medicine; Available from: <https://files-profile.medicine.yale.edu/documents/2cf322ca-f33d-49ca-819b-db7d2949c24c?sv=2020-08-04&se=2023-11-20T19%3A18%3A32Z&sr=b&sp=r&sig=52tNmdBF8GY3%2FecZeTkWTLdJuyE3oAWzrkZsr885Uko%3D>.
15. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 18» (утв. Министерством здравоохранения РФ 26 октября 2023 г.).
16. Ahuja N, Bhinder J, Nguyen J, Langan T Jr et al. Venous thromboembolism in patients with COVID-19 infection: risk factors, prevention, and management. *Semin Vasc Surg*. 2021 Sep;34(3):101–116. doi: 10.1053/j.semvascsurg.2021.06.002. Epub 2021 Aug 4. PMID: 34642030; PMCID: PMC8336977.
17. Roberts LN, Whyte MB, Georgiou L, Giron G, et al. Postdischarge venous thromboembolism following hospital admission with COVID-19. *Blood*. 2020 Sep 10;136(11):1347–1350. doi: 10.1182/blood.2020008086. PMID: 32746455; PMCID: PMC7483432.
18. Spyropoulos AC, Ageno W, Albers GW, Elliott CG et al. Rivaroxaban for Thromboprophylaxis after Hospitalization for Medical Illness. *N Engl J Med*. 2018 Sep 20;379(12):1118–1127. doi: 10.1056/NEJMoa1805090. Epub 2018 Aug 26. PMID: 30145946.
19. Ramacciotti E, Barile Agati L, Calderaro D, Aguiar VCR, et al. Rivaroxaban versus no anticoagulation for post-discharge thromboprophylaxis after hospitalisation for COVID-19 (MICHELLE): an open-label, multicentre, randomised, controlled trial. *Lancet*. 2022 Jan 1;399(10319):50–59. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02392-8. Epub 2021 Dec 15. PMID: 34921756; PMCID: PMC8673881.

---

© Абрамов Дмитрий Викторович (dmdockap@mail.ru); Смолькина Антонина Васильевна (smolant1@yandex.ru);

Китаева Виктория Николаевна (kitaeva-vm@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ГРИБКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

### ANALYSIS OF MODERN DEVELOPMENT FACTORS FUNGAL DISEASES IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

**P. Aliyeva  
M. Khairulaev  
Z. Nabigulaeva**

*Summary.* The Republic of Dagestan is located at a considerable distance from the central part of our country — about 2000 km, and is the southernmost key strategic subject of the Russian Federation. In quantitative terms, in the republic, the share of the rural population significantly prevails over the urban population, while a large number permanently reside in the midlands and highlands, so historically, almost all of these families are classified as large families according to the current legislation of the Russian Federation. Today, the availability of qualified medical and other necessary medicinal care and sanitary educational activities to the rural population of the Republic of Dagestan is at a low level, while in recent decades there has been a positive trend in changing the situation in this area. These factors negatively affect people's ability to access qualified medical and drug care, increasing the incidence of diseases, including dermatological ones, namely infectious skin diseases caused by fungi. As part of the article, we analyzed the influence of various factors on the spread of fungal diseases in the Republic of Dagestan in recent years.

*Keywords:* morbidity, ecology, sanitary prevention, dermatological diseases, fungal diseases, trichophytosis and microsporia.

Пик социальной напряженности в Республике Дагестан, максимум которого пришел в регион во время мировой пандемии COVID-19 в 2020-м — 2021-м годах продемонстрировал нам необходимость оперативного реагирования, улучшения системы мониторинга и контроля, а также потребность повышения качества медико-профилактической и санитарной работы с населением региона, особенно постоянно проживающими в средне и высокогорье. Ситуация с COVID-19 отодвинула на второй план другие инфекционные заболевания, которые, впрочем, спустя некоторый период вернулись к нам вновь. Миграционные процессы, несо-

**Алиева Папу Магомедовна**  
Доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО «ДГМУ»,  
Заслуженный деятель науки Республики Дагестан  
papi.aliyeva@bk.ru

**Хайрулаев Мурад Абубакарович**  
Главный врач, ГБУ РД «Республиканский  
кожно-венерологический диспансер», врач высшей  
категории, главный внештатный специалист  
по дерматовенерологии и косметологии  
Республики Дагестан

**Набигулаева Заира Магомедовна**  
Заместитель главного врача по организационно-  
методической работе ГБУ РД «Республиканский  
кожно-венерологический диспансер»,  
врач высшей категории, врач-дерматовенеролог

*Аннотация.* Республика Дагестан находится на значительном расстоянии от центральной части нашей страны — порядка 2000 км, является самым южным ключевым стратегическим субъектом Российской Федерации. В количественном отношении в республике доля сельского населения значительно преобладает над городским, при этом большое количество постоянно проживает в среднегорье и высокогорье, так исторически сложилось что практически все эти семьи относятся по действующему законодательству РФ к многодетным. Сегодня доступность квалифицированной медицинской и иной необходимой лекарственной помощи и санитарно-просветительской деятельности сельскому населению РД находится на невысоком уровне, при этом в последние десятилетия наметилась положительная тенденция в изменении ситуации по данному направлению. Данные факторы негативно влияют на возможности доступа людей к квалифицированной медицинской и лекарственной помощи, увеличивая показатели распространения заболеваний, в том числе и дерматологических, а именно инфекционные болезни кожи, вызываемые грибами. В рамках статьи нами проанализировано влияние разнообразных факторов на распространение грибковых заболеваний в Республике Дагестан в последние годы.

*Ключевые слова:* заболеваемость, экология, санитарная профилактика, дерматологические заболевания, грибковые заболевания, трихофития и микроспория, социально-экономическое развитие.

блюдение санитарно-эпидемиологических требований, слабая медико-профилактическая работа в районах республики, не придание значимости со стороны больных к кожным заболеваниям, а также распространение самолечения — все эти факторы в совокупности усугубляют общую ситуацию. При этом уровень заболеваний кожными болезнями по статистике имеет тенденцию к росту за последние периоды принципиально новые типы и формы заболеваний.

Проведенный в ходе исследования нами анализ продемонстрировал — что не всегда даже соблюдение

индивидами санитарно-гигиенических норм и правил полностью исключает возникновение дерматологических заболеваний, особенно распространенных из них грибковых, существенное влияние на которые оказывают различные, зачастую абсолютно разные факторы риска — травмы кожных покровов и ногтей, несоблюдение на предприятиях и в организациях экологических нормативов, генетические и физиологические особенности жителей (в Республике Дагестан большое количество кровно-родственных браков), высокие токсические концентрации, большое количество стихийных свалок и отсутствие высокотехнологичных экологических утилизирующих мощностей. В последние годы активно повлияла в негативную сторону бурно развивающаяся индустрия туризма в горных районах региона, новые формы заболеваний могут завозиться туристами со всей стороны, плюс неприспособленность горных территорий к утилизации резко возросших объемов мусора. Немаловажным фактором в развитии дерматологических заболеваний служит усиление психологической нагрузки, постоянные стрессы, частый бесконтрольный прием антибактериальных препаратов, отвыкание иммунитета после COVID-19 противостоять обычным инфекциям. При этом следует подчеркнуть, что у пациентов с различными сопутствующими аутоиммунными заболеваниями резко увеличивается риск степени риска дерматологических заболеваний, а именно грибковых поражений кожи и других покровов.

По данным официальной статистике всего в 2022 г. по Республике Дагестан было зарегистрировано 3283 случая заразных кожных заболеваний (в 2021 г. — 3711, в 2020 г. — 3498), показатель заболеваемости заразными кожными заболеваниями на 100 тыс. населения — 104,1 (в 2021 г. — 118,4, в 2020 г. — 112,4). Из них случаев чесотки — 621, показатель на 100 тыс. населения — 19,7 (по РД: в 2021 г. — 23,0, в 2020 г. — 16,9; по РФ: в 2021 г. — 11,6, в 2020 г. — 13,5; по СКФО: в 2021 г. — 17,8, в 2020 г. — 16,7); микроспории — 1459, показатель — 46,3 (по РД: в 2021 г. — 57,1, в 2020 г. — 52,4; по РФ: в 2021 г. — 36,7, в 2020 г. — 40,2; по СКФО: в 2021 г. — 54,8, в 2020 г. — 55,5); трихофитии — 527, показатель — 16,7 (по РД: в 2021 г. — 14,6, в 2020 г. — 14,9; по РФ: в 2021 г. — 1,1, в 2020 г. — 1,1; по СКФО: в 2021 г. — 6,84, в 2020 г. — 7,5), микозов — 676, показатель — 21,4 (по РД: в 2021 г. — 23,8, в 2020 г. — 28,2; по РФ: в 2021 г. — 114,2, в 2020 г. — 101,8; по СКФО: в 2021 г. — 46,7, в 2020 г. — 49,2).

Доля детей в возрасте от 0 до 14 лет чесоткой составила — 49,1 %, микроспорией — 84,6 %, трихофитией — 78,7 % от числа всех впервые зарегистрированных больных с данными диагнозами.

Доля сельских жителей с микроспорией составила — 39,4 % (в 2021 г. — 32,2 %, в 2020 г. — 36,5 %). Большую долю случаев заболеваемости заразными кожными

заболеваниями среди городского населения при несущественной разнице численности по отношению к сельскому населению можно объяснить большим количеством организованных коллективов (детские сады, школы, вузы, спортивные секции, бани, бассейны и т.д.), а также в целом большей плотностью населению.

Анализ помесечной динамики уровня заболеваемости микроспорией в 2020–2022 гг. позволил выявить сезонность его колебаний, а также установить сроки начала и окончания сезонного подъема. В целом, в период с 2020 по 2022 гг. амплитуды месячных колебаний были довольно схожи. Наименьшая заболеваемость регистрировалась в марте-мае, а в августе-сентябре наблюдался рост числа случаев микроспории с последующим постепенным снижением этого показателя с ноября по февраль. Сезонные колебания связаны с более частым контактом детей с животными в летний период. Сезонные подскоки заболеваемости зоонозной микроспорией в конце третьего квартала и начале четвертого квартала календарного года трактуется также процессом усиление контагиозности детей, которые провели летний отдых в различных условиях и местах и инфицированных микроспорией, в семьях и детских коллективах.

Основным контингентом болеющих микроспорией и трихофитией являются дети, средний возраст которых составляет от 7 до 14 лет. Доля детей в возрастной категории от 7 до 14 лет с диагнозом микроспория от общего числа детей от 0 до 14 лет с диагнозом микроспория, зарегистрированных по РД составила — 65,3 % (в 2021 г. — 62,6 %, в 2020 г. — 61,6 %). Доля детей в возрастной категории от 7 до 14 лет с диагнозом трихофития от общего числа детей от 0 до 14 лет с диагнозом трихофития, зарегистрированных по РД составила 81,9 % (в 2021 г. — 79,6 %, в 2020 г. — 75,6 %).

Соотношение трихофитии к микроспории по РД в 2022 г. составило — 1:2,8 (по РД: в 2021 г. — 1:3,9, в 2020 г. — 1:3,5; по РФ: в 2021 г. — 1:34,6, в 2020 г. — 1:36,6; по СКФО: в 2021 г. — 1:8,0, в 2020 г. — 1:7,4).

По заболеваемости трихофитией отмечается рост заболеваемости — на 15,0 %. И в целом среди заразных кожных заболеваний показатель заболеваемости трихофитией по РД остается стабильно высоким — 16,7 (за 2021 г. по РД — 14,6, по РФ — 1,1, по СКФО — 6,8; за 2020 г.: по РД — 14,9, по РФ — 1,1, по СКФО — 7,5).

Показатель заболеваемости трихофитией по РД — 16,7 в 15,2 раза выше, чем по РФ — 14,6 и в 2,5 раза выше, чем по СКФО — 6,8. (по итогам 2021 г. показатель заболеваемости трихофитией по РД был в 13,3 раз выше, чем по РФ и в 2,0 раза выше, чем по СКФО; по итогам 2020 г. показатель заболеваемости трихофитией по РД был в 9,3 раз выше, чем по РФ и в 1,3 раза выше, чем по СКФО).

Результаты анализа заболеваемости трихофитией свидетельствуют о наличии эпидемиологических очагов в республике, в частности в спортивных залах, предназначенных для тренировок по контактным видам борьбы (вольная и другие виды борьбы, самбо и т.д.), что свидетельствует о несоблюдении санитарно-гигиенических требований в спортивных школах и секциях и необходимости улучшить санитарно-просветительную работу в данной среде. В связи с этим неоднократно проводились семинары с врачами спортивных залов, с тренерами, а также с самими спортсменами с показом обучающих видеороликов.

В целях своевременного выявления случаев трихофитии проводятся профилактические осмотры среди лиц, контактировавших с больными. При этом встречались случаи посещения спортивных залов для тренировок лицами, больными трихофитией, без врачебного разрешения. Поскольку грибковые заболевания нуждаются в длительном лечении, спортсмены стараются скрыть данную патологию и занимаются самолечением, дабы не пропускать тренировки.

Республика Дагестан исторически является спортивным центром массового спорта нашей многонациональной страны. Здесь сильно развиты различные виды единоборств, а также спортивные игры. Практически последние полвека Республика Дагестан выступает одним из ведущих спортивных регионов СССР, а впоследствии Российской Федерации, выходцы из Республики Дагестан регулярно входят в сборные команды России по различным видам единоборств — перманентно выигрывая турниры различного уровня — чемпионаты страны, континента, мира и самые престижные олимпийские игры.

Дагестан издревле славен своими богатырями и физически здоровыми людьми, здесь всегда ценилась сила и ловкость. Горцам, которых несколько веков преследовали бесконечные войны и конфликты, при тяжелейших испытаниях в труде и быту приходилось привыкать к любым изменениям в общественном строе, быть готовыми дать отпор врагу, приравниваться к суровым климатическим условиям. Словом, суровая реальность заставила наших предков выживать, где без физической закалки, сноровки и умения побеждать нечего было, и думать, как сохранить свою жизнь, жизнь своих близких и родных. Этот генофонд, заложенный десятками поколений людей, продолжает сказываться и по сей день.

И сегодня значительное внимание в Дагестане уделяется развитию спорта. Укрепление материально-технической базы физической культуры и спорта в РД позволит создать эффективную систему управления развитием физической культуры и спорта в республике, усовершенствовать правовую и нормативную базу,

способствовать развитию массовой физической культуры и спорта, спорта высших достижений и подготовки спортивного резерва, что открывает для дагестанцев еще больше возможности. Экономический подъём, повышение уровня жизни населения, межэтническое и межнациональное взаимопонимание предадут дополнительные возможности укрепления славы республики на международном и внутрироссийском уровне и сформируют условия для

Возрождение экономики, улучшение социальных условий жизни, укрепление национального взаимопонимания дадут еще больше шансов, чтобы и дальше возвысить спортивную славу республики и создать условия для приобщения населения к здоровому образу жизни.

Но вместе с тем происходит всё большее распространение грибковой инфекции. Наиболее распространённые в наше время грибковые заболевания — микозы. Область поражения данной грибковой инфекции — это кожные покровы и ногтевые пластины человека, возбудителями выступают микроскопические грибки-паразиты. Данные инфекционные заболевания являются устойчиво жизнеспособными, практически не реагируют на перепады температуры, сохраняют жизнеспособность в отстриженных кусочках ногтей и чешуйках кожи. Данные остаточные грибки, осевшие на чешуйках кожи больного или на ногтевых пластинах оставляют свои споры и следы на различных бытовых предметах и покрытиях, одежде и т.д., далее перемещаются на кожные покровы других людей,

Сам процесс заражения микозами возможен при посещении общественных мест — спортивного зала, сауны, душевых кабин и других.

В 2022 году интенсивный показатель заболеваемости микозами стоп по республике составил 21,4 на 100 тыс. населения (в 2021 г.: по РД — 23,8, по РФ — 114,2, по СКФО — 46,7; в 2020 г.: по РД — 28,2, по РФ — 101,8, по СКФО — 49,2). Преимущественную часть больных составил контингент больных в возрастной группе от 40 лет и старше (58,4 %). От числа впервые зарегистрированных больных микозами стоп 50,7 % приходится на сельских жителей, 49,3 % — на городских (т.е. примерно в равном соотношении).

Наиболее распространенный в современных условиях тип дерматофитий — это дерматофития стоп. Лечение ее местное — кремы с производными имидазола в течение 3–4 недель и тщательный уход за ногами. Возможно присоединение вторичной инфекции, вызванной микрококками, *Staphylococcus aureus* и грамотрицательными бактериями; она также может потребовать лечения.

Паховая дерматофития чаще возникает в жаркие

летние месяцы. Если поражены половые органы, более вероятно, что инфекция вызвана грибами рода *Candida*. На паховую дерматофитию может походить опрелость, но она обычно ограничивается кожными складками и характерна для больных с ожирением.

Дерматофития туловища (дерматофития гладкой кожи), иногда сопровождается интенсивной воспалительной реакцией, в ряде случаев с образованием гранул или фолликулов. В таких случаях может потребоваться пероральное назначение противогрибковых препаратов, например гризеофульвина.

Регулярное контактирование между собой, присутствие спортсменам, занимающимся контактными единоборствами, регулярная травматизация кожных покровов дают толчок распространённому поражению гладкой кожи — так называемой дерматофитии борцов. Проводят местное или системное (внутрь) лечение в зависимости от распространённости поражений, при этом последующее разрешение к тренировочному процессу и соревнованиям возможно только после того, как поражённый участок был пролечен в течение 72 часов и может быть изолирован. Спортсменам с рецидивирующей инфекцией можно назначать противогрибковые препараты профилактически — внутрь 1 раз в неделю. Все вышеизложенные факторы — районирование, экологические, санитарно-эпидемиологические, индивидуальные особенности создают базис для увеличения числа болезней, в том числе и дерматологических. Показатель заболеваемости трихофитией по РД — 16,7 в 15,2 раза выше, чем в целом по РФ — 14,6 и в 2,5 раза выше, чем по СКФО — 6,8. (по итогам 2021 г. показатель заболеваемости трихофитией по РД был в 13,3 раз выше, чем по РФ и в 2,0 раза выше, чем по СКФО; по итогам 2020 г. показатель заболеваемости трихофитией по РД был в 9,3 раз выше, чем по РФ и в 1,3 раза выше, чем по СКФО).

Проведённый в рамках исследования анализ заболевания трихофитии дает возможность сделать вывод о существовании эпидемиологических очагов в Республике Дагестан, которым можно отнести — залы спортивных единоборств, общественные бассейны, сауны. Это демонстрирует нам что в современном периоде недостаточно соблюдаются санитарно-гигиенические нормы в данных учреждениях, назревшей потребности усиления оперативного мониторинга в этом направлении и усиления санитарно-просветительской деятельности с данным контингентом (руководителями, тренерами, административно-управленческими персоналом, самими занимающимися).

Усиление темпов роста дерматовенерологическими заболеваниями, в том числе и грибковыми ставит на первый план в императивном порядке вопросы санитарно-профилактической работы с населением республики, в том числе и горных территорий, определение дней и проведение обязательного скрининга по районам республики, с учётом охвата всех, в том числе и труднодоступных высокогорных в целях обнаружения последующего лечения микотической инфекции, формирование, регулярное обновление и распространение информационных справочников по территории Республики Дагестан. Данная просматриваемая проблематика актуальна в условиях республики уже не первое десятилетие, злободневна и сегодня, в связи с чем данная проблематика планируются к расширению в наших дальних трудах. Свою эффективность в борьбе с грибковыми заболеваниями доказали проверенные лечебные средства такие как клотримазол, экзодерил, кандид. При этом для широкого круга наших читателей — мы подчёркиваем прописную истину — самое важное в борьбе с любыми болезнями это общественная и личная гигиена.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Adams BB: Dermatologic disorders of the athlete. *Sports Med* 2002;32(5):309.
2. Насрулаева Х.Н., Алхазова Р.Т., Магомедова Р.Г., Магомедова П.М. Влияние различных факторов на распространение дерматологических заболеваний в Республике Дагестан // Научное обозрение. Медицинские науки №6 2016 С.82–83.
3. Лабазанова Р.Н. Эпидемиология и клиника микозов стоп в Дагестане, эффективность различных методов лечения больных // автореф. на соискание учёной степени кандидата медицинских наук // г. Москва — 2015. — 24С.
4. Р.Н. Лабазанова, П.М. Алиева Эффективность лечения больных микозами стоп в условиях Дагестана // Проблемы экологической медицины // Материалы II Республиканской научно-практической конференции 17 декабря 2013 года. Том Часть 2. Под редакцией С.А. Абусуева, Д.Г. Хачирова. 2013 Изд-во: Дагестанский государственный медицинский университет (Махачкала) С.99–113.

© Алиева Папу Магомедовна (papu.aliyeva@bk.ru); Хайрулаев Мурад Абубакарович; Набигулаева Заира Магомедовна  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# МНОГОПЛОДНАЯ БЕРЕМЕННОСТЬ. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ ЕЁ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ

## MULTIPLE PREGNANCIES. MODERN APPROACHES TO THE PREVENTION AND TREATMENT OF ITS SPECIFIC COMPLICATIONS

A. Vorayev

*Summary.* Complications of multiple pregnancies are accompanied by life-threatening complications. Aim of the study is to analyze the causes of the increase in specific complications of multiple pregnancies and the ways of prevention and treatment of life-threatening complications. Complications in multiple pregnancies make up a significant part of all obstetric pathology. In recent years, there has been a steady trend towards their growth. In this article, based on the literature data, an analysis of the causes of the increase in specific complications of multiple pregnancies, their structural changes, and ways of prevention and treatment is carried out.

*Keywords:* multiple pregnancy, complications, prevention and treatment, risk group, newborn.

**Вораяев Алияр Розумбай оглы**

Ассистент, врач-клиническая ординатура,  
Санкт-Петербургский государственный университет  
Vorayev97@mail.ru

*Аннотация.* Осложнения многоплодной беременности сопровождаются возникновением угрожающих жизни осложнений. Цель статьи — анализ причин учащения специфических осложнений многоплодной беременности и путей профилактики и лечения угрожающих жизни осложнений. Осложнения при многоплодной беременности составляют значительную часть всей акушерской патологии. В последние годы отмечается стойкая тенденция к их росту. В настоящей статье на основании данных литературы проводится анализ причин учащения специфических осложнений многоплодной беременности, изменения их структуры, а также путей их профилактики и лечения.

*Ключевые слова:* многоплодная беременность, осложнения, профилактика и лечение, группа риска, новорожденный.

**М**ногоплодная беременность (МБ) относится к группе высокого риска и служит пусковым механизмом множества осложнений во время гестации и в послеродовом периоде. Заметно повышается частота применения кесарева сечения, повышается частота патологий нервной системы новорождённых и др. Удельный вес случаев МБ стабилен в последние несколько лет [1,2]. Доля такого вида беременности 1,5–2,5 % всех случаев беременности, частота связанных с ней осложнений за последние 20 лет возросла вдвое (1:50 против 1:101 в конце прошлого века).

При МБ повышен риск развития послеродовых патологий матери и наиболее неблагоприятного исхода смерти. Так, вероятность развития какого-либо заболевания у матери возрастает почти в 7 раз в сравнении с одноплодным вариантом, при этом риск их осложнений повышается вместе с уровнем многоплодия [3, 4]. Стоит заметить, что при имеющихся хронических заболеваниях, обострения наступают практически в 100 % случаев [5, 6].

Основными осложнениями МБ являются: фето-фетальной трансфузии (СФФТ), синдром анемии-полици- темии (САП), синдром обратной артериальной перфузии

(СОАП), внутриутробная гибель или врождённые анома- лии одного из плодов [2,17,19].

### Синдром фето-фетальной трансфузии

При образовании анастомозов в плацентарной систе- ме кровообращения есть вероятность развития синдро- ма фето-фетальной трансфузии. Частота обнаружения патологических сосудистых анастомозов составляет 60– 90 % случаев монохориальной беременности. При этом кровь способна перемещаться между плодами, приводя к дисбалансу в кровоснабжении, выстраивается система донор-реципиент. Как правило, данный синдром являет- ся специфическим осложнением при монозиготном ва- рианте беременности. Такие случаи составляют 63–74 % случаев монозиготной монохориальной МБ. При бихо- риальных монозиготных двойнях развитие таких ана- стомозов встречается не чаще, чем у dizиготных. Около 12–15 % перинатальной смертности среди всех случаев многоплодной беременности обусловлено СФФТ.

Обязательным условием формирования СФФТ — на- личие одной плаценты. При этом у плодов будет наблю- даться общий хорион, тогда как плодная оболочка (амни- он) для каждого плода может быть отдельной или общей.

В 17 % случаев монохориальной беременности проявляется синдром фето-фетальной трансфузии. Среди ученого сообщества существует мнение, что частота проявления СФФТ значительно превышает общепринятые показатели. Этот синдром может быть причиной спонтанного прерывания беременности на ранних этапах, что искажает статистические данные. Считается, что синдром фето-фетальной трансфузии в таких случаях составляет от 12 до 15 % всех случаев потери плода. в перинатальном периоде. [1,2,19]. В основу патогенеза положена теория о роли образующихся сосудистых анастомозов трех типов: артериовенозных (АВ), — несут кровь от артерий одного плода к венам второго, имеют однонаправленный ток крови; артериоартериальных и веновенозных, в них возможен двунаправленный ток крови. Колебания градиента давления индуцируют циркуляцию крови через артериальные и венозные анастомозы от одного плода к другому с возможностью изменения направления тока в АА и ВВ анастомозах. С другой стороны, через глубокие анастомозы артериальная кровь одного плода через котиледоны поступает в вены другого. Предполагается, что ключевая причина развития синдрома фето-фетальной трансфузии (СФФТ) связана с преобладанием внутриплацентарных глубоких сосудистых анастомозов перед поверхностными. Существует гипотеза о возможных факторах, вызывающих дисбаланс между этими анастомозами, включая недостаточную васкуляризацию матки, позднее разделение плодов и воздействие тератогенных факторов. Однако, основной причиной считается нарушение формирования плаценты у плода-донора, что может привести к увеличению внутрисосудистого сопротивления и формированию шунтов между сосудами плода-донора и плода-реципиента. [20]. Считается, что предпосылки к формированию СФФТ возникают при сроке беременности 1–2 недели. От периода формирования патологии зависит прогноз: чем позже развитие СФФТ, тем благоприятнее прогноз.

В начале синдром ФФТ имеет бессимптомное течение. При СФФТ характерно преобладание кровотока по АВ анастомозам от плода-донора к реципиенту. Со снижением ОЦК и внутрисосудистого давления нарастает явление гипоксии, происходит нарушение формирования органов, формирование плацентарной недостаточности. В свою очередь, активация ренин-ангиотензиновой системы в ответ на хроническую гиповолемию с гипоперфузией почек приводит к развитию маловодия, что на поздних сроках СФФТ может привести к почечной недостаточности. Описанные факторы являются предпосылками к задержке роста плода [20,21].

Гипертензия вместе с увеличением ОЦК в системе кровообращения плода-реципиента; повышает нагрузку на правые отделы сердца, стимулируют выработку и выделение предсердного натрийуретического гормона.

Переход большего объема жидкости к плоду-реципиенту в конечном итоге ведут к развитию сердечной недостаточности, гидроперикарда, отеков, что обусловлено активным действием вазоактивных веществ. В результате увеличения амниотической полости происходит дислокация плода-донора и его смещение, что приводит к механической обструкции маточных сосудов. При несвоевременно начатом лечении или вовсе его отсутствии плод-реципиент погибает из-за пороков развития сердечно-сосудистой, мочевыделительной и дыхательной систем [22].

Согласно классификации, предложенной R. Quintero, СФФТ подразделяется на пять стадий. Критериями для разделения служат: тяжесть состояния плода, разница в показателях жизнедеятельности, объем околоплодных вод. Для первой стадии СФФТ характерны при следующих данных ультразвукового исследования: признаки олигогидрамниона у плода-донора и многоводие у плода-реципиента с характерными УЗИ-признаками: — максимальный вертикальный карман более 8–10 см на 20 неделе гестации. Для второй стадии характерно выраженное несоответствие уровня жидкости в амниотическом мешке. Третья стадия характеризуется ещё более серьезными нарушениями: у реципиента признаки сердечной недостаточности (аномальный венозный кровоток), у донора — нарушения артериального кровотока (нулевой диастолический компонент). На четвертой стадии возникают признаки выраженной сердечной недостаточности плода-реципиента: — скопление жидкости в перикардиальной полости, подкожно-жировой клетчатке, асцит. На заключительной стадии фиксируется летальный исход.

Зависимости между прогрессированием СФФТ по стадиям и сроками беременности в настоящее время не установлено. В случае неблагоприятного течения беременности первая стадия СФФТ может проявиться уже при сроке гестации 14–17 недель, при этом на сроках до 25 недель прогноз наиболее неблагоприятный. Даже при своевременной диагностике и адекватном ведении беременности при монохориальной двойне риск досрочного прерывания беременности настолько высок, что возможна необходимость выбора на сохранение одного более жизнеспособного плода, даже с ухудшением прогноза для менее жизнеспособного. Специфические клинические проявления для СФФТ не характерны, синдром выявляется при скрининговом ультразвуковом исследовании. У пациенток с СФФТ чаще отмечается повышенный тонус матки, укорочение шейки, аномалии развития плода (как правило, дисбаланс околоплодных вод). Клинически у них это проявляется появлением жалоб на боли в грудной клетке, в области живота, кровавыми выделениями из влагалища, профузными маточными кровотечениями. В случае гибели плода или плодов на поздних сроках гестации может отмечаться прекращение их шевелений [21].

Без адекватной терапии синдрома фето-фетальной трансфузии на сроке гестации до 25 недель перинатальная смертность достигает 100 %, при сроке после 25 недель этот показатель составляет 80–90 %. Кроме того, у выжившего или выживших плодов имеются риски развития детского церебрального паралича, частота которого достигает 5–20 %. Внутриутробная гибель плода с его инфицированием или мумификацией представляет другое редкое осложнение.

Признаки развития СФФТ при УЗИ можно заметить с 16 недели гестации. С помощью ультразвукового скрининга можно зарегистрировать ранние сонографические признаки синдрома ФФТ. При исследовании обнаруживаются несоответствие роста плодов, изменение размеров мочевого пузыря, изменение в наполнении амниона жидкостью, анасарку.[23]. При СФФТ регистрируется значительная задержка развития плода-донора.

Поскольку специфических методов профилактики СФФТ не существует, особое значение приобретает его своевременная диагностика и адекватное лечение. При их неэффективности или отсутствии прогноз крайне неблагоприятный и включает внутриутробную гибель плодов.

Лечение данной патологии должно быть своевременным и адекватным. Медикаментозная терапия применяется в качестве вспомогательного способа, при этом используют препараты гормонов и ангиопротекторы. Один из эффективных способов лечения был предложен в 1990 году — лазерная облитерация анастомозов сосудов плаценты. Данный метод относят к селективным, в 40–55 % вероятно сохранение обоих плодов, а сохранения одного плода — более 85 % [20,25]. Применение данной методики делает возможным родоразрешение на сроке 34–36 недель. При сохранении нормальных показателей до этого срока стимуляция беременности нецелесообразна [24]. В случае интранатальной гибели одного плода в результате неполной коагуляции анастомозов и сбросом крови в систему его кровообращения, возможно проведение внутриматочной геотрансфузии выжившему плоду. Это необходимо для предупреждения развития гиповолемического шока у выжившего плода, вследствие резкого перераспределения крови.

Амниоредукция подразумевает удаление околоплодных вод с целью уменьшения давления на матку и плод и профилактики развития осложнения, а также летального исхода для плода. Проводится пункционным способом под УЗИ-контролем. Вероятность сохранить хотя бы один плод при данном методе составляет 61–65 %, риск повреждения структур нервной системы и развития церебрального паралича (ДЦП) примерно 14 %. При необходимости принятия решения о сохранении жизнеспособного плода на ранних этапах беременности

используют фетоскопическую коагуляцию анастомозов менее жизнеспособного плода. Это позволяет сохранить около 80 % жизнеспособных плодов, при этом риск развития ДЦП — до 5 %. В случаях тяжелых аномалий развития или синдрома фето-фетальной трансфузии с задержкой роста одного из плодов на более чем 40 % к 22 неделям беременности, а также в случае СФФТ IV степени, когда невозможно провести фетоскопическую коагуляцию, применяется селективная элиминация плода [25]. В таком случае прогноз неоднозначен и зависит от нескольких факторов, включая стадию СФФТ, срок беременности и наличие сопутствующих заболеваний.

### Синдром анемии-полицитемии

Синдром анемии-полицитемии (САП) заключается в значительном различии между близнецами по концентрации гемоглобина, тогда как существенной разницы по количеству амниотической жидкости, типичной для СФФТ, у них не отмечается [36]. Данное осложнение монохориальной многоплодной беременности, впервые описанное в 2007 году, может возникнуть как спонтанно, так и как осложнение после лазерной коагуляции сосудистых анастомозов плаценты при лечении СФФТ.

Структура системы кровоснабжения плаценты имеет в своём составе артериовенозные анастомозы диаметром менее 1 мм, артерио-артериальные и вено-венозные анастомозы отсутствуют. В литературе описываются случаи развития САП и при наличии АА анастомозов (11–19 %). В таком случае причиной САП служит тромбоз анастомоза плаценты. Разница объёма крови в организме плода-реципиента и плода-донора регулируется посредством ренин-ангиотензиновой системой. Это обуславливает нетипичное для СФФТ течение.

Синдром анемии-полицитемии может быть диагностирован как внутриутробно, так и в послеродовом периоде. Для диагностики САП необходимо отсутствие признаков СФФТ при эхографии [40]. Внутриутробная диагностика САП основана на выявлении при доплерометрии превышения максимальной систолической скорости кровотока (МСК) в средней мозговой артерии (МСА), более 1,5 кратности медианы (МОМ) у одного плода, что свидетельствует об анемии, и снижении МСК менее 1,0 МОМ у другого (признак полицитемии) [39].

Важна своевременная диагностика САП, которая базируется на выявлении анемии, полицитемии у плодов. В пренатальном периоде актуальным методом является доплеровское исследование скорости кровотока в средней мозговой артерии. Превышение максимальной систолической скорости отметки в 1,5 и 1 МоМ у двух плодов считается достоверным критерием САП. Доплерометрическое измерение МСК мозговой артерии плодов рекомендуется проводить раз в две недели.

Таблица 1.

Классификация синдрома анемии-полицитемии в антенатальном периоде

Антенатальная стадия	Плод-реципиент	Плод-донор	Разность концентраций Hb	Интерпретация
	МСС в СМА (в Мом)	МСС в СМА		
I	< 1,0	> 1,5	> 80	Наблюдается несоответствие уровня Hb в разных плодах в умеренных пределах
II	< 0,8	> 1,7	> 110	Увеличение дисбаланса Hb
III	Критические нарушения гемодинамики		> 140	Кардиоваскулярная дисфункция в начальной стадии
IV	Отеки		> 170	Сердечная недостаточность
V	Гибель плода		> 200	Возможно повреждение сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной систем плода

Течение САП нетипично и может иметь разнообразные проявления. По аналогии с СТФФ предложена классификация САП по стадиям (табл. 1). Такое разделение позволяет строить прогнозы течения беременности, своевременно приступить к комплексной терапии.

Почти в половине случаев САП диагностируется постнатально. Установление диагноза происходит по величине разности концентрации гемоглобина в крови плодов и по лабораторным признакам ретикулоцитоза. Для САП характерны значения концентрации Hb менее 110 г/л для плода с анемией и более 200 г/л для полицитемичного плода; альтернативным признаком служит разница в концентрации гемоглобина 80 г/л и более.

Послеродовая диагностика САП заключается в определении концентрации гемоглобина и ретикулоцитов у близнецов и детальном патоморфологическом исследовании плаценты. В качестве патогномичного признака САП принято повышение соотношения количества ретикулоцитов между близнецами свыше 1,7 [39]. Основными подходами к лечению являются хирургические методы и выжидательная тактика: наблюдение за показателями гестации в динамике, ФЛК анастомозов, трансфузия донорских эритроцитов, досрочное родоразрешение, селективный фетоцид.

#### Синдром обратной артериальной перфузии

В основе синдрома обратной артериальной перфузии лежит наличие двух главных анастомозов в монохориальной плаценте и серьёзными нарушениями формирования плода-реципиента с отсутствием функционирующего сердца. В свою очередь нарушение развития систему у плода связано с нарушенной гемодинамикой: кровь подается под низким давлением и с недостаточной для питания тканей концентрацией кислорода. Плод, развивающийся нормально и не имеющий патологий, называется плодом-помпой. Если имеются пороки развития, в частности отсутствие работоспособного сердца, в таком случае плод именуется плод-акардиакус. Питание плода-акардиакуса происходит

по артерио-артериальным анастомозам, отток крови — по вено-венозным. В зависимости от степени выраженности аномалий развития выделяю несколько типов плода-акардиакус, представленных в табл. 2.

Таблица 2.

Типы плода-акардиакуса

Тип плода	Характеристика
Акардиакус-акромус (acromus)	Нарушенное или отсутствующее развитие тела, при наличии структур черепа
Акардиакус-ацефалус (acephalus)	Полное отсутствие головного отдела, но имеются развиты части туловища
Акардиакус-энцефалус (anceps)	Различные структуры головы, головного мозга и туловища
Акардиакус-аморфус (amorphous)	Отсутствие дифференцированных структур тела

СОАП встречается в 2,6 % случаев монохориального многоплодия, его формирование начинается на третьей неделе развития плода [28, 29]. В этиологической основе данного синдрома лежит несколько теорий: генетическая (патология кариотипа), эмбриологическая (нарушение закладки сердца) и ранее описанная гемодинамическая теория.

Выявление СОАП должно производиться при плановом обследовании на УЗИ-исследовании в первом триместре беременности. Диагностическими критериями будут являться отсутствие признаков работы сердца у одного из плодов, аномалии в анатомических структурах, кардиомегалия, многоводие, гидроперикард. Wong A. E. предложил вариант клинической классификации синдрома перфузии, основанной на сравнении фетометрических параметров плодов и обнаружении признаков нарушения сердечной деятельности у плода-помпы. (табл. 3) [30].

#### Синдром гибели одного плода

Вероятность развития синдрома гибели одного плода составляет в среднем 3,8–6,7 % [44–46]. Хориальность

Таблица 3.  
Клиническая классификация синдрома обратной артериальной перфузии

Стадия	Соотношение размеров окружности плода-акардиуса и плода донора	Интерпретация
Ia	<50%	Наблюдение в динамике, при увеличении размеров плода-реципиента необходимо обсуждение возможности хирургической коррекции. Признаки декомпенсации отсутствуют.
Ib	<50%	Наблюдение в динамике каждые 2 недели. При увеличении размеров плода-акардиуса показано незамедлительное хирургической коррекции. Признаки декомпенсации присутствуют у плода-помпы.
IIa	≥50%	Срочное хирургическое вмешательство. Признаки декомпенсации отсутствуют.
IIb	≥50%	Экстренное хирургическое вмешательство. Признаки декомпенсации присутствуют у плода-помпы.

и амниональность беременности определяют риск развития патологий и смертность, служат для определения дальнейшей тактики лечения. В случае монохориальной многоплодной беременности риск антенатальной гибели второго плода составляет 12 %, в то время как при дихориальной он снижается до 4 %. У детей, рожденных из монохориальной пары, вероятность развития расстройств нервной системы составляет 18 %, по сравнению с 1 % у детей из дихориальной пары [45]. Одно из различий монохориального и дихориального типов беременности состоит в том, что в первом случае между плодами имеются все три типа анастомозов (AA, AB, BB), во втором же они отсутствуют даже при «слипани» плодов. Этиология СГОП разнообразна и включает в себя специфические и неспецифические факторы: отслойка плаценты, генетические и анатомические аномалии плодов, СФФТ, СОАП и др. [20, 48]. Большинство случаев СГОП (60 %) приходится на монохориальную плацентацию [49].

Для объяснения причин развития осложнений у выжившего после СГОП плода из монохориальной двойни, наибольшее распространение получила гипотеза гемодинамического шунтирования, перемещение из системы кровообращения выжившего плода через анастомозы в расширенную сосудистую систему погибшего плода вызывают анемию, явления гипоперфузии тканей мозга и гипотензии у первого. [20, 50]. Отмечается, что вероятность гибели обоих плодов при монохориальном варианте течения значительно выше, чем при наличии двух хорионов у матери. Вместе с этим возрастает в 13 раз риск осложнений для монохориального случая [52].

В целях профилактики повреждений головного мозга выжившего плода в случае монохориальной многоплодной беременности, рекомендуется проведение магнитно-резонансного исследования и УЗИ-исследования сосудов ГМ (нейросонографии) на 34-й неделе беременности. Стоит отметить, что не выявлено значительной разницы в частоте преждевременных родов между группами с монохориальной и дихориальной многоплодной беременностью [43].

Отсутствие тяжелых последствий СГОП дает возможность разрешение родов в доношенном периоде. В случае необходимости преждевременного родоразрешения беременности рекомендуется своевременно провести профилактический курс для предотвращения респираторного дистресс-синдрома у новорожденных. У Rh (-) матери после преждевременного окончания беременности рекомендуется введение анти-D иммуноглобулина для предотвращения резус-конфликта по механизму нейтрализации Rho (D)-антигенов в резус-положительной крови эмбриона.

#### Выводы

При многоплодной беременности требуется своевременная детальная диагностика и поиск всех возможных триггеров осложнений и смерти плода. Тщательная диагностика определяет ведущую тактику профилактики и лечения пациентов. Все упомянутые меры в конечном итоге могут спасти жизнь плода и матери, недопустить или снизить тяжесть возможных последующих акушерских патологий и создать предпосылки для нормального развития новорожденного и эффективного восстановления материнского организма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XXI форума «Мать и дитя 2020» — Мать и дитя 2020» №4 (22) Многоплодная беременность
2. Гавхарой Эркинжон кизи Мамирова, Зиёда Аббаровна Муминова. Специфические осложнения во время беременности при многоплодии (Обзор литературы) Scientific progress — Volume 2 — ISSUE 6/2021/ISSN: p.399
3. Краснопольский В.И., Новикова С.В., Цивцивадзе Е.Б., Жарова А.А. Ведение беременности и родов при многоплодной беременности. Альманах клинической медицины. 2015 Март; 37: 32
4. Robyn Horsager, Scott Roberts, V.R. Williams obstetric, 24 edition, 2014
5. Макаров Р.А., Кинтянова С.В., Макович Н.В., Маркова Т.В. Адаптация центральной гемодинамики при одноплодной и многоплодной беременности в III триместре. М. Ак.гинеколог. 2019, №2, с 74–77

6. Campbell D.M., Templeton A. Maternal complications of twin pregnancy. 2004. 34(1) 71-3
7. Краснов М.В., Краснов В.М., Саваскина Е.Н., Аbruкова А.В., Кириллов А. Г. Эпидемиология, этно-территориальные, генетические особенности наследственных болезней у детей Чувашской республики // Вестник Чувашского ун-та, 2010 — № 3-119-125
8. Заплатников А.Л., Коровина Н.А., Корнеева М.Ю., Чебуркин А.В. Внутриутробные инфекции: диагностика, лечение, профилактика. Медицина состояний, 2013, № 1 (48) — 25–31
9. Гриноу А., Осборн Дж., Сазерленд Ш. Врожденные, перинатальные и неонатальные инфекции. М.: Медицина, 2000; 288.
10. Стрижаков А.Н., Давыдов А.И., Баев О.Р., Буданов П.В. Генитальные инфекции. М.: Издательский дом «Династия», 2003; 140.
11. Кузнецов П.А., Козлов П.В. Гипоксия плода и асфиксия новорождённого. Лечебное дело 2017 — № 4–9–15
12. Дегтярева Е.А., Захарова О.А., Куфа М.А., Кантемирова М.Г., Радзинский В.Е. Эффективность прогнозирования и ранней диагностики задержки роста плода. Российский вестник перинатологии и педиатрии, 2018; 63:(6) — 37–43
13. Баряева О.Е., Флоренсов В.В., Ахметова М.Ю. Патологические роды (Узкий таз, неправильное положение плода, аномалии сократительной деятельности. Учебное пособие ФГБУ «Иркутский государственный медицинский университет» 2020 — 4–87
14. Обухова П.С., Качанов А.В., Позднякова Н.А., Зиганшина М.М. Межгрупповой АВО-конфликт матери и плода: роль антигликановых алло-антител в развитии гемолитической болезни новорождённых. Медицинская иммунология 2021, Т. 23, № 1, стр. 17-34 © 2021, СПб РО РААКИ
15. Шраер О.Т. Фетоплацентарная недостаточность. Мать и дитя 2000, №1 — 42–45
16. К. Нисвандер, А. Эванс. Акушерство. Справочник Калифорнийского университета. Перевод с английского. Москва, «Практика», 1999, глава 24
17. Бабушкин И.А. Синдром фето-фетальной гемотрансфузии. Архив акушерства и гинекологии им. В. Ф. Снегирева, 2015 — №1 — 4–11
18. Михайлов А. В., Романовский А., Кузнецов А. А., Каштанова Т. А., Шлыкова А.В., Кянксеп И. В. Синдром обратной артериальной перфузии: патофизиологические аспекты и принципы диагностики. Таврический медико-биологический вестник. 2018, том 21, № 2, вып. 2 — 196–200
19. Брагина Т.В., Петров Ю.А., Палиева Н.В. Особенности течения, родоразрешения и состояния плодов при многоплодной беременности // Здоровая мать — здоровое потомство: сборник материалов внутривузовской научно-практической конференции ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России (Ростов-на-Дону, 6 февраля 2020 г.) Ростов-на-Дону: Издательство РостГМУ, 2020. С. 71–76.
20. Романовский А.Н., Михайлов А.В., Кузнецов А.А., Каштанова Т.А., Кянксеп И.В. Влияние стадии фето-фетального трансфузионного синдрома на перинатальные исходы после применения фетоскопической лазерной коагуляции анастомозов плаценты // Акушерство и гинекология Санкт-Петербурга. 2019. №2. С. 35.1–36.
21. Джуманиязова Г.М. Фето-фетальный синдром // Современные медицинские исследования: сборник статей XX Международной научной медицинской конференции (Кемерово, 30 апреля 2018г.). Кемерово: Издательский дом «Плутон», 2018. С. 29–30.
22. Айтыв А.Э., Чистякова Г.Н., Ремизова И.И. Факторы риска неблагоприятного исхода беременности при фето-фетальном трансфузионном синдроме // Научные механизмы решения проблем инновационного развития: сборник статей международной научно-практической конференции в 4 частях (Уфа, 1 апреля 2017г.). Уфа: Издательство Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2017. С. 206–208.
23. Сибгаганова Л.Р., Краева О.А., Башмакова Н.В., Мальгина Г.Б., Якорнова Г.В., Пермьякова Ю.А. Перинатальные исходы беременности двойней // Лечение и профилактика. 2019. №3. С. 5–10.
24. Орленинова Ю.О. Ультразвуковая диагностика фето-фетального трансфузионного синдрома // Бюллетень медицинских Интернет-инноваций. 2018. №11 (8). С. 539.
25. Михайлов А.В., Романовский А.Н., Кузнецов А.А., Каштанова Т.А., Шлыкова А.В., Кянксеп И.В., Мовчан В.Е. Основные осложнения операции фетоскопической лазерной коагуляции анастомозов плаценты при фето-фетальном трансфузионном синдроме // Таврический медико-биологический вестник. 2018. №2 (21). С. 189–194.
26. Lehr C., DiRe J. Rare occurrence of a holoacrdious acephalic monster: sonographic and pathologic findings // J. Clin. Ultrasound. 1978. Vol. 6. P. 259–261. DOI: 10.1002/jcu.1870060414
27. Van Gemert M.J.C., van den Wijngaard J.P.H.M. Twin reversed arterial perfusion sequence is more common than generally accepted // Birth Defects Research. 2015. Vol. 103 (7). P. 641–643. DOI: 10.1002/bdra.23405
28. Murphy P.J. The fetal circulation // ConEdAn. 2005. Vol. 5 (4). P. 107— 112. DOI: 10.1093/bjaceaccp/mki030
29. Van Allen M.I., Smith D.W., Shepard T.H. Twin reversed arterial perfusion (TRAP) sequence: a study of 14 twin pregnancies with acardius // Semin Perinatol. 1983. Vol. 7 (4). pp. 285–293. PMID:6658475
30. Wong A.E., Sepulveda W. Acardiac anomaly: current issues in prenatal assessment and treatment // Prenat. Diagn. 2005. Vol. 25. P. 796–806. DOI: 10.1002/pd.1269.
31. Михайлов А.В., Романовский А.Н., Кузнецов А.А., Каштанова Т.А., Шлыкова А.В., Кянксеп И.В. Синдром обратной артериальной перфузии: патологические аспекты и принципы диагностики // Таврический медико-биологический вестник. 2018. №2 (21) , С. 195–200
32. Gillim D.L., Hendricks C.H. Holoacardius; review of the literature and case report. Obstet. Gynecol. 1953;2 (6):647–653.
33. Kappelman M.D. Acardius amorphous. Am J. Obstet. Gynecol. 1944;47(3):412–416. DOI: 10.1016/S0002-9378(15)30757-2.
34. Moore T.R., Gale S., Benirschke K. Perinatal outcome of forty-nine pregnancies complicated by acardiac twinning. Am. J. Obstet. Gynecol. 1990; 163 (3):907–912. DOI: 10.1016/0002— 9378(90)91094-5.
35. Гладкова К.А., Костюков К.В. Оценка эффективности фетоскопической лазерной коагуляции анастомозов плаценты при фетофетальном трансфузионном синдроме в зависимости от опыта хирурга // Акушерство и гинекология. — 2020. — № 8. — С. 57–63.
36. Lopriore E., Middeldorp J.M., Oepkes D., Kanhai H.H., Walther F.J., Vandenbussche F.P. Twin anemia-polycythemia sequence in two monochorionic twin pairs without oligo-polyhydramnios sequence. Placenta. 2007; 28(1): 47–51.

37. Zhao D.P., de Villiers S.F., Slaghekke F., Walther F.J., Middeldorp J.M., Oepkes D., Lopriore E. Prevalence, size, number and localization of vascular anastomoses in monochorionic placentas. *Placenta*. 2013; 34(7): 589–93.
38. Lopriore E., Deprest J., Slaghekke F., Oepkes D., Middeldorp J.M., Vandenbussche F.P., Lewi L. Placental characteristics in monochorionic twins with and without twin anemia— polycythemia sequence. *Obstet. Gynecol.* 2008; 112(4): 753–8.
39. Lopriore E., Slaghekke F., Oepkes D., Middeldorp J.M., Vandenbussche F.P., Walther F.J. Clinical outcome in neonates with twin anemia-polycythemia sequence. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2010; 203(1): 54. e1–5.
40. Slaghekke F., Kist W.J., Oepkes D., Pasman S.A., Middeldorp J.M., Klumper F.J. et al. Twin anemia-polycythemia sequence: diagnostic criteria, classification, perinatal management and outcome. *Fetal Diagn. Ther.* 2010; 27(4): 181–90.
41. Lopriore E., Sueters M., Middeldorp J.M., Vandenbussche F.P., Walther F.J. Haemoglobin differences at birth in monochorionic twins without chronic twin-to-twin transfusion syndrome. *Prenat. Diagn.* 2005; 25(9): 844–50.
42. Кузнецов А.А., Романовский А.Н., Шлыкова А.В. и др. Синдром гибели одного плода при многоплодной беременности. *Трансляционная медицина*. 2019; 6(5):31–38.
43. Fichera A., Zambolo C., Accorsi P., Martelli P., Ambrosi C., Frusca T. Perinatal outcome and neurological follow up of the cotwins in twin pregnancies complicated by single intrauterine death // *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2009. Vol. 147 (1). P. 37–40.
44. Blickstein I., Keith L.G. Multiple pregnancy: epidemiology, gestation, and perinatal outcome. CRC Press, 2005.
45. Hillman S.C., Morris R.K., Kilby M.D. Co-twin prognosis after single fetal death: A systematic review and meta-analysis // *Obstetrics and Gynecology*. 2011. Vol. 118. P. 928–940.
46. Woo H.H., Sin S.Y., Tang L.C. Single foetal death in twin pregnancies: review of the maternal and neonatal outcomes and management // *HongKong Med. J.* 2000. Vol. 6 (3). P. 293–300.
47. Михайлов А., Иванов Д. Плод и новорожденный как пациенты. СПб.: Петрополис, 2015. 935 с.
48. Blickstein I., Perlman S. Single fetal death in twin gestations // *J. Perinat. Med.* 2013. Vol. 41 (1). P. 65–69
49. Santema J.G., Swaak A.M., Wallenburg H.C.S. Expectant management of twin pregnancy with single fetal death // *BJOG An. Int. J. Obstet. Gynaecol.* 1995. Vol. 102 (1). P. 26–30
50. Bajoria R., Wee L.Y., Anwar S., Ward S. Outcome of twin pregnancies complicated by single intrauterine death in relation to vascular anatomy of the monochorionic placenta // *Hum Reprod.* 1999. Vol. 14(8).P. 2124–2130.
51. Shek N.W.M., Hillman S.C., Kilby M.D. Single-twin demise: Pregnancy outcome // *Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol* [Internet]. 2014. Vol. 28 (2). P. 249–263. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2013.11.003>.
52. Hillman S.C., Morris R.K., Kilby M.D. Co-twin prognosis after single fetal death: A systematic review and meta-analysis // *Obstetrics and Gynecology*. 2011. Vol. 118. P. 928–940.

© Вопаев Алияр Розумбай оглы (Vopayev97@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ЯТРОГЕННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВНЕПЕЧЕНОЧНЫХ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

## DIAGNOSIS AND TREATMENT OF IATROGENIC INJURIES OF EXTRAHEPATIC BILE DUCTS (REVIEW OF LITERATURE)

**I. Dolakov  
R. Gezgieva  
Ya. Shadieva  
A. Chemurzieva**

*Summary.* The article presents an up-to-date review of the literature devoted to one of the important problems of biliary surgery — the diagnosis and treatment of «fresh» trauma of the main bile ducts, especially in combination with vascular damage of the hepatoduodenal ligament. The injury of the LC is the most dangerous and severe complication of HE, often patients undergo numerous surgical interventions and become disabled. Iatrogenic damage to the LVM is characterized by high rates of complications, mortality and unsatisfactory long-term results. In 30 % of cases, an injury to the LC leads to a fatal outcome, and the average life span of patients after reconstructive operations on the LC for their injury is about 7 years. To choose the most optimal way to treat such an injury, most authors distinguish small and large trauma of the LC. If the choice of surgery for a minor injury does not cause any controversy, then the treatment of patients with complete intersection or excision of the main bile duct continues to be discussed on the pages of scientific literature. For major duct injury, both restorative and reconstructive interventions are proposed. However, most authors note the obvious advantages of reconstructive interventions, since reconstructive operations at the same time give unsatisfactory results. The operation of choice is recognized as the formation of a high hepaticojejunostomosis according to Ru. The expediency of drainage, especially frame drainage, during reconstructive and reconstructive operations on the bile ducts remains relevant. The priority is the need to perform operations in one stage in order to save patients from repeated surgical interventions.

*Keywords:* damage to the bile ducts, surgery, cholecystectomy, extrahepatic bile ducts.

**Долаков Ибрагим Гапурович**

Кандидат медицинских наук, старший преподаватель,  
Ингушский государственный университет;  
врач-хирург высшей категории.  
PCO-A, Пригородный район, с. Майское  
i\_dolakov@mail.ru

**Гезгиева Райшат Каримовна**

Кандидат медицинских наук, старший преподаватель,  
Ингушский государственный университет;  
врач-хирург высшей категории  
rgezgieva@mail.ru

**Шадиева Ясмينا Магомедовна**

Ингушский государственный университет  
yasmina1233@icloud.ru

**Чемурзиева Амина Муратовна**

Ингушский государственный университет  
amina\_20@mail.ru

*Аннотация.* Представлен актуальный обзор литературы, посвященный одной из важных проблем билиарной хирургии — диагностике и лечению «свежей» травмы магистральных желчных протоков, особенно в сочетании с повреждением сосудов гепато-дуоденальной связи. Травма ЖП является наиболее опасным и тяжелым осложнением ХЭ, зачастую больные подвергаются многочисленным оперативным вмешательствам и становятся инвалидами. Ятрогенное повреждение МЖП характеризуется высокими показателями осложнений, летальности и неудовлетворительных отдаленных результатов. В 30 % случаев травма ЖП приводит к смертельному исходу, и средний срок жизни больных после восстановительных операций на ЖП по поводу их травмы составляет около 7 лет. Для выбора наиболее оптимального способа лечения такой травмы большинство авторов выделяют малую и большую травму ЖП. Если выбор операции при малой травме не вызывает каких-либо споров, то лечение больных с полным пересечением или иссечением основного желчного протока продолжает дискутироваться на страницах научной литературы. Для большой травмы протоков предложены как восстановительные, так и реконструктивные вмешательства. Однако большинство авторов отмечают явные преимущества реконструктивных вмешательств, так как восстановительные операции при этом дают неудовлетворительные результаты. Операцией выбора признается формирование высокого гепатикојеюноанастомоза по Ру. Актуальным остается целесообразность дренирования, особенно каркасного, при реконструктивно-восстановительных операциях на желчных протоках. Приоритетным является необходимость выполнения операций в один этап, чтобы избавить пациентов от повторных оперативных вмешательств.

*Ключевые слова:* повреждение желчных протоков; операция; холецистэктомия; внепеченочные желчные протоки.

*Сокращения:* ВО — восстановительная операция; ГЕА — гепатикојеюноанастомоз; ЖП — желчные протоки; ЛХЭ — лапароскопическая ХЭ; МЖП — магистральный желчный проток; ОЖП — общий желчный проток; ОПП — общий печеночный проток; ТЖП — травма желчных протоков; ХЭ — холецистэктомия

**П**овреждение желчных протоков — тяжелое осложнение, которое приводит к развитию желчеистечения, желчного перитонита, механической желтухи, в дальнейшем — к развитию посттравматических рубцовых стриктур, желчных свищей, гнойного холангита, вторичного билиарного цирроза печени, инвалидизации больных.

В Российской Федерации количество всех видов холецистэктомий составляет около 200000 в год, а в США — более 750000, основное количество которых выполняются лапароскопически. ТЖП встречаются в 0,1–1,0 % случаев при выполнении открытой ХЭ и лапароскопической — в 0,4–3,68 % [7]. Желчные протоки чаще повреждаются при холецистэктомиях (70–94 % всех случаев ТЖП).

Ятрогенное повреждение МЖП характеризуется высокими показателями осложнений (10–47 %), летальности (5–28,2 %) и неудовлетворительных отдаленных результатов [28]. В 30 % случае травма ЖП приводит к смертельному исходу, и средний срок жизни больных после восстановительных операций на ЖП по поводу их травмы составляет около 7 лет [15].

Выделяют следующие механизмы травмы ЖП: пересечение, иссечение части протока, лигирование, клипирование, диатермокоагуляция, и их сочетание.

Для ЛХЭ характерно превалирование дефектных повреждений. С широким внедрением видеохирургических технологий появились такие осложнения, как термическое повреждение стенки протока или клипирование ЖП, которые встречаются в 0,2–5 % случаев выполнения ЛХЭ. Другой немаловажной особенностью ЛХЭ стало увеличение удельного веса высоких повреждений. Травмы на уровне общего печеночного протока, бифуркации долевых протоков и изолированного правого и левого долевых протоков составляют 69 %, при «открытой» холецистэктомии такие повреждения встречаются в 44,8 % [7, 8].

Факторами, способствующими повреждению ЖП, являются следующие: 1) аномалии развития ЖП; 2) выраженные воспалительные изменения в области шейки желчного пузыря; 3) резкое натяжение и перегиб протока во время обработки культи пузырного протока; 4) принятие печеночно-желчного протока за пузырный проток; 5) попытки остановить кровотечение из пузырной артерии «вслепую»; 6) грубые инструментальные исследования МЖП; 7) синдром Мирризи.

К сожалению, основной причиной повреждения ЖП является техническая погрешность при выполнении различных хирургических вмешательств.

В настоящее время известно немало классификаций ТЖП, согласно которым определяется выбор тактики лечения пациента.

Мы используем чаще классификацию Н. Bismuth [26, 27], основанную на длине оставшейся проксимальной культи желчного или печеночного протоков, имеющей решающее значение при выборе метода оперативного лечения (табл. 1) и классификацию S. M. Strasberg:

Таблица 1.

Классификация повреждений внепеченочных желчных протоков (Bismuth H., 1982)

Тип	Критерии
I	Низкое повреждение/стриктура с длиной культи ОПП более 2 см
II	Среднее повреждение/стриктура — культа ОПП длиной менее 2 см
III	Высокое повреждение/стриктура — культа ОПП отсутствует, бифуркация сохранена
IV	Высокое повреждение/стриктура — бифуркация разрушена с утратой сообщения между правым и левым печеночным протоком
V	Повреждение aberrантного правого секторального печеночного протока (изолированное или в сочетании с ОПП)

Классификация S. M. Strasberg [33, 34] расширяет классификацию Н. Bismuth, включив «малые» повреждения желчных протоков:

**Класс А** — желчеистечение из пузырного или дополнительных желчных протоков при сохранении непрерывности общего желчного протока.

**Класс В** — клипирование (перевязка) aberrантного протока без потери непрерывности общего желчного протока.

**Класс С** — желчеистечение из aberrантного желчного протока.

**Класс D** — частичное рассечение общего желчного протока.

**Класс E** — полное пересечение общего желчного протока. Деление на подтипы ( $E_1$  —  $E_3$ ) основано на длине оставшейся культи гепатикохоледоха по классификации Н. Bismuth.

В.И. Малярчук, Ю.Ф. Пауткин (2000) для выбора оптимальной хирургической тактики выделяют «малую травму» протока: отрыв пузырного протока, ранение протока в области устья пузырного протока, ранение стенки протока до 4 мм и «большую травму» — полное пересечение протока, иссечение стенки протока, иссечение фрагмента протока, ранение стенки протока более 10 мм [15].

А.Д. McMahon и соавт. (1995) выделяют большие повреждения желчных путей (>25 % диаметра желчного

протока, пересечение общего печеночного или общего желчного протоков, развитие послеоперационной стриктуры протока) и малые (повреждение <25 % диаметра желчного протока или места соединения пузырного протока и ОПП) [31].

По данным S.B. Archer et al. (2001), в более 60% случаев травма ЖП остается незамеченной во время ЛХЭ. ТЖП интраоперационно обнаруживается в среднем у 16–29 % больных, а в остальных случаях — в разные сроки послеоперационного периода [6, 17, 19].

Значительно усложняется ситуация при комбинированном повреждении ЖП и сосудов гепато-дуоденальной связки (общей печеночной артерии, правой или левой печеночной артерии, воротной вены или ее ветвей). Такое сочетанное повреждение наблюдается в 13,8–32 % случаев ТЖП при холецистэктомии [29, 35], использование же ангиографии повышает этот показатель до 47 % [24].

Исходом сочетанной ТЖП и ветвей печеночной артерии является либо компенсация артериального кровотока печени за счет развития коллатералей, либо ишемия, инфаркт, атрофия доли печени, гемобилия, и абсцедирование доли печени при неадекватном оттоке желчи. Частота тяжелых сочетанных сосудисто-протоковых повреждений при ЛХЭ по поводу ОХ составляет 0,2–1,1 %, что в 2–5 раз больше, чем при открытой холецистэктомии. [5]. Часто повреждение сосудов устанавливаются после операции по результатам ангиосканирования (или ангиографии) и мультиспиральной компьютерной томографии. Основные причины повреждения сосудов — перевязка или прошивание сосудов при внезапно возникшем кровотечении, клипирование, раздавливание зажимом [16, 17].

ТЖП типа Bismuth III–IV частота комбинированных повреждений ЖП и ветвей печеночной артерии значительно выше, чем при ТЖП типа Bismuth I–II [17, 18].

Интраоперационными признаками повреждения ЖП являются [2,3]:

- появление желчи в области операционного поля при неясном источнике её истечения;
- появление дополнительных трубчатых структур в области шейки желчного пузыря;
- расширение предполагаемой культи пузырного протока к концу операции.

Для верификации травмы и уточнения ее характера следует выполнить интраоперационную холангиографию, зондирование протоков. В послеоперационном периоде для этой цели используются УЗИ, фистулохолангиография, эндоскопическую ретроградную холангиопанкреатографию, магнитно-резонансную холангио-

панкреатографию, интраоперационная холангиография при повторной операции.

Хирургические вмешательства при изолированной ТЖП представлены восстановительными (в т.ч. малоинвазивными вмешательствами), дренирующими и реконструктивными операциями: пластика гепатикохоледоха на дренаже (чаще Т-образном), билиобилиарный анастомоз, гепатико— и бигепатикоюностомия с чреспеченочным каркасным дренированием по Pradery-Smith или Goetze-Saupol-Kurian или без дренирования, три- и тетрагепатикоюностомия; малоинвазивные вмешательства — эндоскопическое стентирование, наружное дренирование. При вазобилиарной травме нередко приходится прибегать к сосудистым анастомозам и резекциям печени различного объема (некрэктомия, лобэктомия, гемигепатэктомия).

Если лечение больных с малой травмой не представляет собой трудную задачу, то тактика в отношении больных с большой травмой — иссечение или — пересечение протока, тем более в области ворот печени, представляет сложную задачу и является предметом диспута до сих пор. Большинство авторов сходятся во мнении, что при таком повреждении ЖП должны применяться реконструктивные вмешательства, так как восстановительные операции при полном пересечении или иссечении протока дают неудовлетворительные результаты.

Независимо от уровня и характера повреждения или стриктуры желчных протоков Н. Bismuth предложил использовать для желчеотведения только позадибодочный ГЕА по Ру. На XX Мировом Конгрессе хирургов, гастроэнтерологов и онкологов (2010) Н. Bismuth неоднократно повторял, что такая тактика является однозначной.

Алиев А.К. указывает, что выполнение восстановительной операции при полном повреждении основного желчного протока в виде формирования билиобилиарного анастомоза нецелесообразно [1].

Удовлетворительные результаты наложения билиобилиарного анастомоза отмечены лишь в краткосрочных исследованиях, а при оценке отдаленных результатов различными авторами отмечается развитие стриктуры в 80–100 % наблюдений [1, 13, 14]. М.Е. Ничитайло отмечает, что практически в 100 % случаев выполнения восстановительных операций, при которых сохраняется естественный отток желчи, с течением времени развивается стенозирование билиобилиарных анастомозов, сопровождающееся внутripеченочным холелитиазом, что требует дополнительных оперативных вмешательств.

По Майстренко Н.А. при полном повреждении холедоха, выявленном интраоперационно, целесообразно

но выполнить резекцию культи с учетом характера повреждения ОЖП и формировать гепатикоюноанастомоз на отключенной петле тонкой кишки по Ру, а в случае недостаточной квалификации хирурга или тяжелом состоянии пациента выполнить наружное желчное дренирование. На основании проведенных экспериментальных исследований на животных авторы считают необходимым при выполнении реконструктивно-восстановительной операции резекцию проксимальной и дистальной культи ОЖП на 3 мм при механическом пересечении и 7 мм при термическом [4]. Однако при этом значительно снижается перспективная для наложения анастомоза часть культи, и так часто «недостаточной» для первичной реконструкции.

С.И. Емельянов считает, что у большинства больных с ТЖП при полном пересечении протока следует применять двухэтапное лечение: на первом этапе вводить в проксимальный сегмент пересеченного протока дренажную трубку, а на втором этапе выполнить реконструктивную операцию. Выполнение реконструктивной операции в таких случаях рекомендуется как в течение первых 3–5 дней после ТЖП, так и через 2–3 месяца [9]. Однако нельзя не согласиться с Э.И. Гальпериним (2009), что длительное дренирование протоков (2–3 мес.) «повышает» уровень первоначального повреждения, в связи с чем реконструктивную операцию необходимо выполнить по возможности в первые дни после ТЖП специалистом, имеющим опыт в реконструктивной хирургии ЖП. И только при отсутствии такого специалиста возникает необходимость в двухэтапном лечении такой категории больных [6].

С другой стороны, для выбора тактики лечения ТЖП немаловажную роль играет диаметр и длина культи ЖП. Диаметр поврежденных ЖП в большинстве случаев (67,3–72,0 %) более 6 мм, что позволяет сформировать ГЕА с достаточной шириной. Многими авторами при полном пересечении ЖП диаметром менее 6 мм, который встречается в 17,9–24,5 % случаев, рекомендуется выполнение во всех случаях наружного дренирования [1, 9, 20].

С.И. Емельянов считает, что ВО не следует применять при истонченной стенке протока и его диаметре менее 7–8 мм. Однако, даже при протоке диаметром менее 4–5 мм, используя приемы, разработанные при операциях по поводу рубцовых стриктур, удастся создать площадку размером 1–2 см для наложения широких анастомозов и получения хороших отдаленных результатов [6]. При небольшом диаметре проксимального сегмента протока и высоком расположении повреждения целесообразно сформировать площадку за счет рассечения левого печеночного протока после мобилизации его под воротной пластинкой печени по Нерр-Сюинауд [6, 11, 17, 21]. Создание площадок при внутрипеченочных по-

вреждениях достигается следующим образом — отверстия левого и правого печеночного протоков сшиваются по медиальной стенке, производят косое их рассечение и выполняют другие манипуляции, необходимые в каждом конкретном наблюдении [6, 13].

Алиев А.К. (2016) считает, что наружное дренирование необходимо ЖП выполнять при полном повреждении, выявленном во время операции или после нее, при узком ОЖП, наличии инфекционно-гнойных осложнений, высоком операционно-анестезиологическом риске (ASA IV), термическом характере повреждения, которое позволяет избежать развития грозных осложнений и обеспечивает возможность выполнения успешной реконструктивно-восстановительной операции через 2–3 мес. Реконструктивное оперативное вмешательство в виде формирования гепатикоюноанастомоза по Ру является операцией выбора по устранению полных повреждений ОЖП, выявленных как во время первичной операции, так и после нее, только при диаметре ОЖП более 6 мм, отсутствии инфекционно-гнойных осложнений, ASA I–III. Также автор пришел к выводу о нецелесообразности выполнения билиобилиарного анастомоза при любых сроках выявления ятрогенных повреждений ЖП [1, 16].

Ромащенко П.Н. и соавт. (2019) также акцентируют внимание на диаметре протока — если диаметр поврежденного ОЖП превышает 6 мм, это позволяет сформировать гепатикоюноанастомоз достаточной ширины, если менее 6 мм, то при полном пересечении ОЖП требуется выполнение наружного дренирования во всех наблюдениях [16, 22, 23].

Однако, как указывает Э.И. Гальперин [6], у больных, переведенных из других МО с дренажами, введенными в проксимальный отдел печеночных протоков, часто наблюдалось выпадение дренажа из протока, развитие желтухи и холангита, что заставляло после перевода производить экстренное вмешательство.

Если во время операции или в первые 3–4 дня после операции выявляется ТЖП, то показано восстановительное или реконструктивное вмешательство на ЖП. При поздней же диагностике ТЖП (более 5 сут.) предпочтительнее этапное лечение с рентгенохирургическим или эндоскопическим желчеотводящим вмешательством на первом этапе и отсроченной на 2–3 мес. реконструктивной операцией. Необходимость проведения повторной операции в ближайшие дни после повреждения обусловлено тем, что интервал после 5 сут. и до 2–3 мес. неблагоприятен для операции из-за имеющихся выраженных инфильтративных изменений [6, 7].

Накопленный М.Е. Ничитайло и соавторами опыт 228 выполненных операций с получением более 94 %

положительных результатов свидетельствует о том, что гепатикоеюностомия по Roux является операцией выбора при лечении повреждений и стриктур желчных протоков.

Для получения хороших результатов лечения необходимо строго соблюдать основные принципы формирования высокого гепатикоеюноанастомоза:

- формирование широкого (не менее 2 см) герметичного анастомоза за счет продольного рассечения передней стенки культи ОПП (или на передней стенке желчного протока высекается треугольный лоскут 0,4–0,6 см), левого или обоих печеночных протоков;
- минимальная мобилизация желчного протока во избежание его деваскуляризации — на протяжении не более 5–6 мм;
- выполнение операции с использованием бинокулярного увеличения;
- прецизионный однорядный узловый шов с использованием алитогенных и ареактивных рассасывающихся или не рассасывающихся нитей 5/0 или 6/0, в основном рекомендуются PDS, максон, викрил, пролен;
- формирование анастомоза без натяжения;
- выключение сегмента кишки (не менее 80–90 см) по Roux для предупреждения развития холангита.

Важным следствием соблюдения прецизионной техники шва является отсутствие опасности развития рубцового стеноза анастомоза, в отличие от использования традиционной техники. При традиционной технике шва неизбежно развитие рубцового стеноза анастомоза на 1/3–2/3 и даже больше, и единственным условием хорошего результата служит использование в таких случаях длительного каркасного дренирования, в среднем в течение 2 лет, особенно при узких протоках, так как полная эпителизация линии анастомоза наступает в таких случаях в течение 2 лет. В.И. Малярчук, Ю.Ф. Пауткин (2000) приводят данные проведенных им исследований, что при выполнении прецизионных швов раны МЖП, прецизионных билиодигестивных и билиобилиарных анастомозов деформаций анастомоза и рубцовых образований по линии шва не отмечается, анастомозы во всех случаях сохраняли свой первоначальный диаметр. При макроскопическом исследовании препаратов анастомозов наложенный шов в области соустья отчетливо не просматривался ни со стороны серозной, ни со стороны слизистой оболочек. Эксперимент был проведен на 17 собаках, результаты операций прослежены в сроки от 32 до 208 дней, использовался пролен 6/0–7/0. При формировании билиодигестивных анастомозов на передней стенке желчного протока высекался треугольный лоскут 0,4–0,6 см для увеличения площади формируемого анастомоза [15].

Многие авторы при высоких повреждениях и остаточной длине внепеченочных желчных протоков менее 10 мм рекомендуют гепатикоеюностомию с чреспеченочным каркасным дренированием по Pradery-Smith или Goetze-Saypol-Kurian. Но для каркасного дренирования характерна высокая частота специфических осложнений, достигающая 20–30 % (травма паренхимы печени, гемобилия, подтекание желчи, формирование подпеченочных абсцессов, кровотечения и др.), что существенно ограничивает их применение. Поэтому показания должны быть максимально сужены к каркасному дренированию при ТЖП, ограничиваясь случаями повреждения печеночного протока с разрушением развилки, когда нет возможности сформировать анастомоз с ОПП достаточной ширины, при невозможности использования прецизионного анастомоза.

Несомненно, локализация полного пересечения играет большую роль в определении методики реконструктивной операции. Н. Н. Артемьева и соавт. (2006) приводят результаты лечения 54 больных, с повреждениями внепеченочных ЖП после ЛХЭ. Для определения уровня повреждения авторы употребляют классификацию S. M. Strasberg — H. Bismuth. По их данным, чем выше уровень повреждения, тем более целесообразно использование каркасных дренажей в различных модификациях [4].

Однако данные литературы свидетельствуют о возможности выполнения без каркасного дренирования даже тетрагепатикоеюностомии при использовании прецизионной техники, бинокулярного увеличения и шовных нитей 5/0–6/0. В таком случае не отмечается каких-либо воспалительных изменений по линии соустья и в дальнейшем не развивается клинически значимый стеноз.

Ромащенко П.Н. и соавт. (2020) считают оптимальным следующий алгоритм лечения больных с ТЖП: при полном повреждении ОЖП при отсутствии возможности следует завершать операцию наружным дренированием и после стабилизации состояния эвакуировать пострадавшего в лечебные учреждения соответствующего уровня, специализирующихся на выполнении подобных операций на ЖП. «Малые» травмы ОЖП могут быть устранены ушиванием дефекта протока на Т-образном дренаже на всех уровнях оказания медицинской помощи. Выполнение наружного желчеотведения является единственным прогностически адекватным оперативным вмешательством при выявлении ТЖП в стационарах второго уровня [19, 20, 22].

Оптимальный срок дренирования в этих случаях — не менее 6 мес. с целью профилактики рубцовой стриктуры. Эндоскопическое транспапиллярное или чреспеченочное стентирование при частичном (краевом)

повреждении ОЖП является альтернативой продолжительному применению Т-образного дренажа.

Альтернативой хирургическому вмешательству при краевом ранении или ранении протока размером, не превышающим 1/2 его диаметра, может стать эндоскопическое проведение в проток стента, который обеспечивает заживление раны протока в правильной позиции и препятствует дальнейшему сдавлению просвета протока рубцовой тканью. Эндоскопическое или чреспеченочное введение стентов в поврежденный проток, несомненно, знаменует прогресс в этой области хирургии. Возможность эндоскопического удаления стента в отличие от «потерянного» дренажа, делает эту манипуляцию приемлемой и управляемой [9, 10].

По Старкову Ю.Г. и соавт., (2018) малоинвазивное эндоскопическое лечение ятрогенной травмы долевых желчных протоков методом их этапного стентирования пластиковыми стентами, в связи с меньшей послеоперационной летальностью, низким риском развития тяжелых послеоперационных осложнений и значительно лучшим качеством жизни пациентов, является приоритетным перед «большими» реконструктивными хирургическими вмешательствами [22, 23].

В последнее время получает развитие восстановление ЖП при «большой» травме использованием комбинированных методов лечения. Комбинированным лечением называется в связи с сочетанием эндоскопического и рентгенитервенционного методов. Предложенные вначале для лечения пациентов с «малой» травмой ЖП [19], в дальнейшем в связи с техническим развитием эндоскопической аппаратуры и возможностей интервенционной хирургии появилась возможность осуществления малоинвазивного лечения и «больших» повреждений желчевыводящих. Эти технологии демонстрируют хорошую эффективность, ряд авторов предлагает её, как альтернативу традиционным вмешательствам [19]. Классическая восстановительная техника заключается в постановке стента в область имеющегося дефекта по методике «рандеву». Постановка проводника осуществляется антеградно чрескожно-чреспеченочным доступом. Под рентгентелевизионным контролем и навигацией — УЗИ проводник проводится к поврежденному участку желчного протока, затем эндоскопически (ретроградно) через БДС проводится корзинка Dormia, осуществляется встреча проводника и корзинки Dormia. Проводник захватывается корзинкой Dormia и извлекается эндоскопически, соединяя проксимальную и дистальную культю пересеченного ОЖП. Затем по нему проводится стент к месту повреждения, тем самым закрывая дефект стенки протока [25]. В настоящее время имеются данные только о краткосрочных результатах данного метода лечения и отсутствуют сведения об отдаленных результатах. Определенный опыт, обобщенный рядом исследова-

телей, представляет предварительные сведения и требует анализа отдаленных результатов.

Таким образом, можно сформулировать основополагающие принципы тактики при лечении «острой» травмы желчных протоков:

- показанием для восстановительных операций являются только частичные повреждения желчных протоков;
- при пересечении или иссечении стенки желчного протока, выявленных как во время операции, так и в раннем послеоперационном периоде, операцией выбора является формирование высокого гепатикоюноанастомоза;
- в случаях малых и частичных повреждений (выявленных интраоперационно и в послеоперационном периоде) хороший результат может быть достигнут малоинвазивными вмешательствами — этапным стентированием пластиковыми стентами, что обеспечивает заживление раны протока в правильной позиции и препятствует сдавлению просвета рубцовой тканью;
- при высоких повреждениях на уровне слияния долевых протоков при разрушении развилки необходимо восстановление конfluence путем сшивания долевых печеночных протоков, продольное рассечение левого или обоих печеночных протоков создает более благоприятные условия для формирования широкого анастомоза;
- каркасное дренирование целесообразно только при использовании традиционной техники шва, использование прецизионных анастомозов при помощи бинокулярного увеличения при любой локализации повреждения и любом диаметре проксимальной части протока позволяет обойтись без дополнительной травмы печени и протоков каркасным дренажами;
- при «большой» ТЖП альтернативой «большой» хирургии может стать малоинвазивная хирургия, как и при «малой» травме;
- при поздней диагностике (более 5 сут.) «больших» повреждений МЖП, произошедших во время ХЭ, прагматичным подходом представляется временная установка покрытого металлического саморасширяющегося стента в зону дефекта желчного протока при полном его пересечении или иссечении, позволяющая безопасно отложить реконструктивное хирургическое вмешательство на необходимые в таких ситуациях 2–3 мес.;
- коррекцию полных повреждений желчных протоков следует осуществлять в специализированных хирургических центрах;
- создание билиодигестивного анастомоза с тонкостенным протоком представляет определенные трудности. Это обуславливает необходимость выполнения вмешательства хирургом, хорошо вла-

- деющим техникой проведения операций на желчных протоках;
- при отсутствии специалистов в области реконструктивной билиарной хирургии целесообразно двухэтапное лечение: на первом этапе ввести в проксимальный сегмент пересеченного протока дренажную трубку, а на втором этапе выполнить реконструктивную операцию — выполнение реконструктивной операции в таких случаях либо в первые 3–5 дня после ТЖП, или через 2–3 месяца;
- наличие перитонита в 1–2-е сутки его развития не должно служить препятствием для выполнения радикальной операции;
- при комбинированном повреждении внепеченочных желчных протоков и сосудов гепато-дуоденальной связки желателен выполнению реваскуляризирующей операции, а при отсутствии такой возможности «спасительным» может быть перевязка долевой ветви печеночной артерии или воротной вены.

### Заключение

Реконструктивная операция по Ру является патогенетически обоснованным оперативным вмешательством при «большой» ятрогенной травме МЖП, выявленной как во время операции, так в послеоперационном периоде. Хирургическую коррекцию полных повреждений желчных протоков необходимо осуществлять в специализированных хирургических центрах, имеющих опыт в реконструктивной билиарной хирургии. Использование прецизионной техники билиодигестивного анастомоза и раны протоков позволяет обойтись без длительного каркасного дренирования желчных путей. Наличие перитонита в 1–2-е сутки его развития, диаметр проксимальной культы желчного протока и тонкостенный проток не являются основанием для отказа от реконструктивной операции. С целью профилактики ятрогенной травмы МЖП необходимо строго идентифицировать структуры гепатодуоденальной связки, области ворот печени при ХЭ и при любых сомнениях или неясной анатомической ситуации использовать дополнительные методы для идентификации желчных протоков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А.К. ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ЯТРОГЕННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЖЕЛЧЕВЫВОДЯЩИХ ПРОТОКОВ. Дисс. на соискание уч. ст. к.м.н. С-Пб., 2016. С 175.
2. АСКАРОВ П.А. «Свежие» повреждения внепеченочных желчных протоков. ШПИТАЛЬНА ХІРУРГІЯ. Журнал імені Л.Я. Ковальчука. 2018. № 1. 78–86.
3. Аскарлов П.А. Дифференцированный подход при повреждениях желчных протоков // Scientific Discussion. — 2017. — Т. 16, № 1. — С. 10–22.
4. Артемьева Н.Н. Лечение ятрогенных повреждений желчных протоков при лапароскопической холецистэктомии // Анналы хирург. гепатол. — 2006. — Т. 11, № 2. — С. 49–56.
5. Акбаров М.М. Курбаниязов З.Б., Рахманов К.Э. Совершенствование хирургического лечения больных со «свежими» повреждениями магистральных желчных протоков // Шпитальна хірургія. — 2014. — № 4. — С. 39–44.
6. ГАЛЬПЕРИН Э.И., ЧЕВОКИН А.Ю. «Свежие» повреждения желчных протоков. ХИРУРГИЯ 10, 2010. С 4–10.
7. Гальперин Э.И. Диагностика и лечение различных типов высоких рубцовых стриктур печеночных протоков / Э.И. Гальперин, А.Ю. Чевочкин, Н.Ф. Кузовлев // Хирургия. — 2004. — № 5. С. 26–31.
8. Галлингер Ю.И. Повреждения гепатикохоледоха при лапароскопической холецистэктомии / Ю.И. Галлингер, В.И. Карпенкова // Анналы хирург. гепатологии. — 2000. — № 2. — С. 104–104.
9. Емельянов С.И., Панченков Д.Н., Мамалыгина Л.А. и др. Хирургическое лечение интраоперационных повреждений внепеченочных желчных протоков. Анналы хир. гепатол. — 2005; 10: 3: 55–61.
10. Иванов Ю.В., Саонов Д.В., Лебедев Д.П., Нечаева О.Е. ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВНЕПЕЧЕНОЧНЫХ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ ПРИ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ ХОЛЕЦИСТЭКТОМИИ. Клиническая практика №4, 2011. 23–29
11. Курбаниязов З.Б., Махмудов Т.Б., Сулаймонов С.У. Хирургическое лечение больных с синдромом Мириizzi // Врач-аспирант. — 2012. — Т. 51, № 2.1. — С. 135–138.
12. Курбаниязов З.Б., С.С. Давлатов С.С., Сайдуллаев З.Я. Эффективность использования миниинвазивных методов хирургического лечения больных с острым деструктивным холециститом // Академический журнал Западной Сибири. — 2013. — Т. 9, №. 4. — С. 56–57.
13. Курбаниязов З.Б., Зайниев А.Ф., Рахматова Л.Т. Хирургический подход к лечению больных со «свежими» повреждениями магистральных желчных протоков // Академический журнал Западной Сибири. — 2013. — Т. 9, №. 2. — С. 14–15.
14. КРАСИЛЬНИКОВ Д.М., ФАРАХОВ А.З., КУРБАНГАЛЕЕВ А.И. Хирургическая тактика при ятрогенных повреждениях желчевыводящих протоков. Практическая медицина. 8 (47) декабрь 2010 г. 20–29.
15. Малярчук В.И. Пауткин Ю.Ф. Современный шовный материал и прецизионная техника шва в хирургии доброкачественных заболеваний внепеченочных желчных протоков. М., 2000. С 201.
16. Майстренко Н.А., Ромашенко П.Н., Алиев А.К., Сибирев С.А. Острое повреждение желчевыводящих протоков. Вестник Российской Военно-медицинской академии, 1 (53) — 2016. 124–130.
17. Ничитайло М.Е., Скумс А.В., Шкарбан В.П., Литвин А.И., Шевчук Б.Л., Скумс А.А. Комбинированное повреждение желчных протоков и сосудов при холецистэктомии: особенности клинического течения и хирургической тактики. Клінічна хірургія. — 2011. — № 6. 7–11.

18. Ничитайло М.Е., Скумс А.В., Шкарбан В.П., Литвин А.И., Шевчук Б.Л. КОМБИНИРОВАННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ И ВЕТВЕЙ ПЕЧЕНОЧНОЙ АРТЕРИИ ПРИ ХОЛЕЦИСТЭКТОМИИ. «Вестник хирургии», 2012. 41–45.
19. Погосян Г.А. ЯТРОГЕННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ВНЕПЕЧЕНОЧНЫХ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ, РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ. Дисс. на соискание уч. ст. к.м.н. Ставрополь, 2014 г. С 23.
20. Ромашенко П.Н., Майстренко Н.А., Прядко А.С., Алиев А.К., Алиев Р.К., Жеребцов Е.С. Профилактика и лечение повреждений желчевыводящих протоков у больных острым холециститом. АННАЛЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ГЕПАТОЛОГИИ, 2020, том 25, №3. 20–31.
21. Собиоров Б.У., Курбаниязов З.Б., Солиев А.М. Совершенствование тактики хирургического лечения острого холецистита // Анналы хирургической гепатологии. — 2004. — Т. 9, № 2. — С. 151–152.
22. Старков Ю.Г., Выборный М.И., Джантуханова С.В., Андрейцева О.И., Хон Е.И. ЭНДОСКОПИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТРАВМЫ ПРАВОГО ДОЛЕВОГО ЖЕЛЧНОГО ПРОТОКА У ПАЦИЕНТКИ 53 ЛЕТ. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология, выпуск 152, № 4, 2018. 107–110.
23. ТРАВМЫ ЖЕЛЧЕВЫВОДЯЩИХ ПРОТОКОВ: ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И ЛЕЧЕБНЫЕ ПОДХОДЫ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ. Методические рекомендации. /Ромашенко П.Н., Прядко А.С., Майстренко Н.А., Эргашев О.Н., Алиев А.К./ С-Пб., 2019. С 32.
24. Alves A., Olivier F., Jerome N. Incidence and consequence of an hepatic artery injury in patients with postcholecystectomy bile duct strictures / // Ann. Surg. — 2003. — Vol. 238, N 1. — P. 93–96.
25. Donatelli G. Combined endoscopic and radiologic approach for complex bile duct injuries / G. Donatelli [et al.] // Gastrointestinal endoscopy. 2014.—Vol. 79, № 5. — P. 855–864.
26. Bismuth H. (1982) Postoperative strictures of the bile ducts. In: L.H. Blumgart (Ed.) The Biliary Tract V. Churchill-Livingstone, New York, p. 209–218.
27. Bismuth H., Majno P.E. (2001) Biliary strictures: classification based on the principles of surgical treatment. World J. Surg., 25(10): 1241–1244.
28. de Santibañes E., Palavecino M., Ardiles V., Pekolj J. (2006) Bile duct injuries: management of late complications. Surg. Endosc., 20(11): 1648–1653.
29. Frilling A., Li J., Weber F. et al. (2004) Major bile duct injuries after laparoscopic cholecystectomy: a tertiary center experience. J. Gastrointest. Surg., 8(6): 679–685.
30. Machado N.O. Biliary complications postlaparoscopic cholecystectomy: mechanism, preventive measures, and approach to management: a review. Diagn. Ther. Endosc., 2011: 967017.
31. McMahon A.J., Fullarton G., Baxter J.N., O'Dwyer P.J. (1995) Bile duct injury and bile leakage in laparoscopic cholecystectomy. Br.J. Surg., 82(3): 307–313.
32. Rakhmanov K.E., Kurbaniyazov Z.B., Akbarov M.M. The treatment of patients with major bile duct injuries // Академический журнал Западной Сибири. — 2013. — Т. 9. — №. 1. — С. 33–34.
33. Strasberg S.M., Helton W.S. (2011) An analytical review of vasculobiliary injury in laparoscopic and open cholecystectomy. HPB (Oxford), 13(1): 1–14.
34. Strasberg S.M., Hertl M., Soper N.J. (1995) An analysis of the problem of biliary injury during laparoscopic cholecystectomy. J. Am. Coll. Surg., 180(1): 101–125.
35. Tzovaras G., Dervenis C. (2006). Vascular injuries in laparoscopic cholecystectomy: an underestimated problem. Dig. Surg., 23(5–6): 370–374.

© Долаков Ибрагим Гапурович (i\_dolakov@mail.ru); Гезгиева Райшат Каримовна (rgezgieva@mail.ru);  
Шадиева Ясмينا Магомедовна (yasmına1233@icloud.ru); Чемуриева Амина Муратовна (amina\_20@mail.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПАЦИЕНТ С ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ: СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПРИ НАЛИЧИИ КОМОРБИДНОЙ ПАТОЛОГИИ

## PATIENT WITH HYPERTENSION: MODERN ASPECTS OF ASSESSING QUALITY OF LIFE IN THE PRESENCE OF COMORBID PATHOLOGY

**D. Kalashnik  
M. Baklanov  
V. Romantsov**

*Summary.* This article focuses on evaluating the well-being of individuals at high risk for cardiovascular issues and aims to analyze the impact of various risk factors, such as smoking, obesity, and gender, on their quality of life. The research identifies that these factors contribute to a decline in the overall quality of life, affecting both the physical and mental condition of these patients. Furthermore, the study highlights that the deterioration in quality of life is particularly pronounced in individuals with comorbidities, especially those with a history of heart attack or stroke.

*Keywords:* hypertension, comorbid pathology, patient's quality of life, risk factors, SF-36 questionnaire.

**Калашник Дарья Николаевна**

Кандидат медицинских наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский  
университет» министерства здравоохранения России,  
г. Краснодар;

Врач терапевт высшей категории,  
заведующая приемным отделением,  
ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина»  
города Краснодар»  
darunika@rambler.ru

**Бакланов Михаил Викторович**

Директор, ЧУЗ «Клиническая больница  
«РЖД-Медицина» города Краснодар»  
baklanov\_mv@kokb-rzd.ru

**Романцов Виктор Викторович**

Лаборант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
медицинский университет» министерства  
здравоохранения России, г. Краснодар;  
Врач приёмного отделения, Госпиталь ФКУЗ «МСЧ МВД  
России по Краснодарскому краю», г. Краснодар  
pandrodor777@gmail.com

*Аннотация.* Данная статья посвящена оценке качества жизни лиц с высоким риском сердечно-сосудистых заболеваний. В ней изучается, каким образом такие факторы, как курение, ожирение и пол, влияют на качество жизни пациентов. В результате исследования выявлено, что психическое и физическое состояние больных способствуют снижению всех показателей качества жизни. Продемонстрировано, что ухудшение показателей качества жизни у пациентов с коморбидностью зависит от наличия перенесенного в анамнезе инфаркта или инсульта.

*Ключевые слова:* гипертоническая болезнь, коморбидная патология, качество жизни пациента, факторы риска, опросник SF-36.

## Введение

На сегодняшний день артериальная гипертония продолжает занимать одну из лидирующих позиций среди кардиоваскулярных патологий в мире. Она является вторым по значимости фактором кардиоваскулярного риска (КВР), уступая лишь дислипидемии при оценке вероятности летального исхода [1]. Однако к настоящему моменту при ведении пациента с гипертонической болезнью важное клиническое значение на популяционном уровне играет не только повышенный КВР, но и наличие коморбидной патологии, определяющее, как индивидуальный прогноз больного, так и социально-экономические последствия течения болезни [2, 3]. Согласно исследованиям отечественных и зарубежных

исследователей, в зависимости от возраста, коморбидные заболевания отмечаются у пациентов в диапазоне от 25 до 98 % случаев [4].

На фоне всего перечисленного, а также стабильно сохраняющегося высокого уровня смертности от гипертонической болезни, лидирующего в структуре общей смертности населения России от сердечно-сосудистых заболеваний, именно коморбидность и высокий КВР выступают первоочередными задачами, требующими незамедлительного решения [5, 6].

Значительную важность в данном вопросе имеет факт оценки у пациентов с гипертонической болезнью показателей качества жизни, изменяющихся на фоне

течения заболевания. Если немного расширить понятие Всемирной организации здравоохранения о том, что такое здоровье человека, можно сказать, что оно представляет собой не только полное физическое, духовное и социальное благополучие. Кроме того, психологическое и эмоциональное состояние, которое основано на субъективном восприятии конкурирующего индивидуума [7, 8], оценивается в общепринятой в мировой и отечественной медицинской литературе концепцией «качество жизни, ассоциированное со здоровьем» или «Health-related quality of life». Она включает в себя компоненты, которые связаны, но не прямо зависят от заболевания, и позволяет определить, как болезнь и лечение влияют на эмоциональное и психологическое состояние пациента [9, 10]. Показатели качества жизни могут изменяться в зависимости от состояния пациента, что позволяет контролировать проводимое лечение и при необходимости вносить корректировки. Подобный подход позволяет в значительной мере усилить качество профилактических мероприятий и прогноза дальнейшей жизни, в том числе и при коморбидной патологии у пациентов с гипертонической болезнью [11]. Это обуславливает актуальность ведения пристального и динамического анализа за особенностями качества жизни больных с ГБ, в особенности при наличии у них сочетанных заболеваний, что способствует оптимизации процесса ведения таких пациентов на амбулаторном этапе.

В клинических и научных целях для оценки качества жизни (QoL) широко используется ряд исследований. Эти анкеты эффективно определяют конкретные аспекты жизни пациента, на которые существенно влияет состояние их здоровья, предоставляя ценную информацию об их истинном состоянии. Исследование качества жизни в настоящее время является ключевым компонентом большинства многоцентровых исследований фармацевтических препаратов [12]. Различные заболевания стали предметом обширных исследований, в результате которых были созданы опросники. Эти опросники различаются по формату, измерению показателей, количеству вопросов и времени, необходимому для заполнения каждого из них [10]. Один из самых распространенных и широко используемых опросников, направленных на уточнение КЖ пациента, является «SF-36 Health Status Survey». Он применяется в популяционных и специализированных исследованиях с целью установления количественной характеристики эмоционального, физического и социального аспекта качества жизни больных [13, 14, 15].

*Целью данного исследования* является оценка качества жизни и установить особенности влияния факторов риска у пациентов с гипертонической болезнью и сочетанной патологией.

## Материалы и методы исследования

Клинической базой исследования выступила ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Краснодар». Исследование проводилось при поддержке и непосредственном участии кафедры поликлинической терапии с курсом ОВП, ФПК и ППСФГБОУ ВО «КубГМУ» МЗ России. Материал исследования получен в ходе очного анкетирования пациентов с гипертонической болезнью и коморбидной патологией (n=143), которые проходили обследование и лечение в ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Краснодар» в 2021–2023 календарном году.

Чтобы изучить влияние сопутствующих заболеваний на качество жизни, все участники были разделены на пять групп. В исходную группу вошли лица, страдающие как гипертонической болезнью (ГБ), так и ишемической болезнью сердца (ИБС) (n=39). Следующую группу составили пациенты с диагнозом артериальная гипертензия и сахарный диабет II типа (СД II), (n=34). Третью группу составили больные с ГБ и перенесенным инфарктом миокарда (ИМ) или инсультом (ИНС) в анамнезе (n=26). В четвертую группу вошли больные с ГБ и хронической болезнью почек (ХБП) (n=23). Пятую группу составили пациенты с ГБ и нарушением сердечного ритма (НСР) в виде постоянной формы фибрилляции предсердий (n=21).

В ходе работы были применены социологический (анкетный), статистический и аналитический методы. Качество жизни обследуемых определялось посредством наиболее отвечающего критериям наибольшей удобства и доступности в амбулаторных условиях (скринингового) метода — опросника SF-36. Ввиду наличия различных коморбидных патологий у обследуемых было решено отказаться от применения специфических опросников. Согласно анкете, опросник содержит 36 пунктов, которые сгруппированы в 8 категорий, а именно: физическое функционирование (ФФ), ролевое физическое функционирование (РФФ), ощущение боли (Б), общее состояние здоровья (ОЗ), жизнеспособность (Ж), социальное функционирование (СФ), ролевое эмоциональное функционирование (РЭФ) и психическое здоровье (ПЗ). В ходе прохождения анкеты (при выборе ответа на предложенный вопрос) пациент набирал в итоге определенный балл. Затем эти баллы складывались и, согласно стандартным формулам, математически обрабатывались. Показатели каждой шкалы имели значения от 0 до 100, где 100 — это полное здоровье. По завершению прохождения анкеты производилось выделение двух общих показателей: физическое и душевное благополучие, которые охватывают определенные шкалы. Так, комплексный аспект физического благополучия (ФКЗ) включает метрики Б, ФФ, РФФ, ОЗ. Психологическое благополучие (ПКЗ) включает показатели Ж, РЭФ, ПЗ, СФ. Со-

гласно установленным критериям, показатели здоровья должны превышать значение 50 для общей оценки [16].

Предварительная обработка полученных материалов выполнялась с применением программы Excel пакета Microsoft Office 2019 (Microsoft Corp., Redmond, Washington, USA). Последующая статистическая обработка осуществлялась посредством использования программы Statistica 10.0 для Windows (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA).

### Результаты и обсуждения

Согласно полученным результатам, была проведена характеристика групп.

Так первая группа была представлена 22 мужчинами (56,4 %) и 17 женщинами (43,6 %), средний возраст (56,2±7,4) лет. В данной группе у 22 человек (56,4 %) отмечалась избыточная масса тела, средний индекс массы тела среди них 33,7 кг/м<sup>2</sup>. Никотиновая зависимость отмечалась у 24 человек (61,5 %), преимущественно среди мужчин, средний индекс курильщика составлял 13,1. Вторая группа была представлена 15 мужчинами (44,1 %) и 19 женщинами (55,9 %), средний возраст (52,1±5,7) лет. В данной группе у 29 человек (85,3 %) отмечалась избыточная масса тела, средний индекс массы тела среди них 38,2 кг/м<sup>2</sup>. Никотиновая зависимость отмечалась у 27 человек (79,4 %), преимущественно среди женщин, средний индекс курильщика составлял 15,4. Третья группа была представлена 16 мужчинами (61,5 %) и 10 женщинами (38,5 %), средний возраст 57,3±8,1 лет. В данной группе у 11 человек (42,3 %) отмечалась избыточная масса тела, средний индекс массы тела среди них 34,3 кг/м<sup>2</sup>. Никотиновая зависимость отмечалась у 8 человек (30,8 %), преимущественно среди мужчин, средний индекс курильщика составлял 10,7. Четвёртая группа была представлена 14 мужчинами (60,9 %) и 9 женщинами (39,1 %), средний возраст (58,6±6,1) лет. В данной группе у 9 человек (39,1 %) отмечалась избыточная масса тела, средний индекс массы тела среди них 30,5 кг/м<sup>2</sup>. Никотиновая зависимость отмечалась у 17 человек (73,9 %), преимущественно среди мужчин, средний индекс курильщика составлял 14,1. Пятая группа была представлена 12 мужчинами (57,1 %) и 9 женщинами (42,9 %), средний возраст (51,2±7,4) лет. В данной группе у 11 человек (61,9 %) отмечалась избыточная масса тела, средний индекс массы тела среди них 32,9 кг/м<sup>2</sup>. Никотиновая зависимость отмечалась у 14 человек (66,7 %), в равной степени распространённости среди обоих полов, средний индекс курильщика составлял 12,6.

В ходе исследования было обнаружено, что у всех пациентов, прошедших обследование, наблюдалось заметное ( $p < 0,05$ ) снижение показателей по всем шкалам по сравнению с общей здоровой популяцией. Наиболее

существенное снижение наблюдалось во влиянии физического благополучия на повседневную продуктивность и показатели, которые связаны с ограничением исполнения повседневной работы в результате ухудшения эмоционального, психологического состояния пациента (в особенности у третьей группы пациентов). Пациенты отмечали, что расходовали больше времени на выполнение привычной повседневной работы. Так, показатели ролевого физического функционирования среди всех обследованных пациентов ( $p < 0,05$ ) были значительно ниже (41,8±4,7) аналогичных средних показателей у здоровых людей (68,4±21,3), полученных в качестве сравнения у пациентов в ходе диспансерных осмотров, а также больных без коморбидной патологии при ГБ (51,1±13,8). Показатели ролевого эмоционального функционирования у прошедших анкетирование (49,5±3,2) были также статистически ниже здоровых (72,6±27,0) и коморбидных больных с АГ (56,1±8,4). Два общих показателя: физический и психологический компонент здоровья были значительно ниже нормальных значений для популяции в целом и составили (40,8±2,7) и (42,0±5,1) соответственно, против (57,3±7,9) и (62,5±8,5).

При проведении сравнительного анализа показателей КЖ у больных с сочетанной патологией по полу и статусу курения, нами было выявлено, что у женщин наблюдались достоверно худшие показатели ФФ (58,9±3,4), Ж (45,2±2,3), ПЗ (50,9±2,2) и ФКЗ (40,0±1,2). Таким образом женщины хуже переносили физические нагрузки, чувствовали себя бессильными, чаще уставали, не чувствовали себя полными энергии, были более чем мужчины склонны к депрессиям и обеспокоенности. В целом имели худший показатель физического компонента здоровья. У мужчин вышеописанные показатели были лучше, чем у женщин ( $p < 0,05$ ), хотя и ниже, чем в популяции здоровых лиц в целом: (79,6±3,0), (53,3±3,4), (63,1±2,95), (45,5±1,4), соответственно. Но показатель влияния боли на повседневную активность у мужчин был хуже и составил (50,4±2,6) по сравнению с (62,5±4,3) у женщин. Что говорит о том, что скорее всего мужчины хуже переносят боль и при появлении боли происходит более выраженное ограничение физической активности пациента. Такой показатель, как психологический компонент здоровья (ПКЗ) у мужчин имел тенденцию к более низким показателям, чем у женщин, но это было статистически не достоверно.

Интересным явилось изучение качества жизни у пациентов с разными степенями ожирения. Следует отметить, что достоверно качество жизни у пациентов с разными степенями не отличалось, статистически значимое отличие было только между 1 и 3 степенями ожирения в виде сложности в выполнении физических нагрузок. Таким образом, у людей, страдающих ожирением 3 степени, наблюдалось заметное снижение качества жизни по различным показателям, включая ФФ (сни-

Таблица 1.

Среднее значение показателей качества жизни у больных с сочетанной патологией

Показатели	ГБ + ИБС (n = 39)	ГБ + СД (n = 34)	ГБ + ИМ/ГБ + ИНС (n = 26)	ГБ + ХБП (n = 23)	ГБ + НР (n = 21)
Физическое функционирование	74,6 ± 3,5	67,9 ± 4,8	45,8 ± 6,2	65,0 ± 5,7	55,1 ± 4,2
Ролевое физическое функционирование	40,3 ± 6,2	43,2 ± 8,5	14,3 ± 8,5	52,4 ± 8,2	47,8 ± 6,1
Боль	59,2 ± 4,6	59,0 ± 4,1	42,9 ± 3,2	47,5 ± 4,7	52,6 ± 5,8
Общее здоровье	60,9 ± 4,2	52,8 ± 3,8	45,7 ± 3,3	53,8 ± 4,2	51,4 ± 3,2
Жизнеспособность	46,8 ± 4,6	51,5 ± 4,4	37,7 ± 4,9	46,2 ± 3,8	42,2 ± 1,9
Социальное функционирование	61,3 ± 4,0	64,8 ± 5,9	58,3 ± 6,0	64,6 ± 3,2	61,1 ± 5,1
Ролевое эмоциональное функционирование	42,5 ± 6,2	65,2 ± 9,2	23,5 ± 10,6	54,1 ± 9,0	52,6 ± 4,5
Психическое здоровье	52,7 ± 3,4	56,8 ± 3,2	45,7 ± 4,1	54,2 ± 3,9	51,3 ± 5,2
Физический компонент здоровья	45,1 ± 1,8	42,2 ± 2,2	35,4 ± 2,0	41,6 ± 2,9	40,1 ± 1,4
Психологический компонент здоровья	43,1 ± 2,3	45,1 ± 2,8	37,2 ± 2,4	42,4 ± 2,0	39,7 ± 2,0

жение на 9,46 %), РФФ (снижение на 6,27 %), ОЗ (снижение на 9,35 %), СФ (снижение на 6,74 %) и ПЗ (снижение на 12,84 %) по сравнению с пациентами с ожирением 1 степени ( $p < 0,05$ ). Следовательно, люди с ожирением 3 степени столкнулись с проблемами не только в физической активности, но и в общении из-за снижения эмоционального благополучия.

Установлено, что у пациентов с табачной зависимостью незначительно выше был показатель психического здоровья ( $48,3 \pm 3,8$ ), чем у тех, кто не употреблял каким-либо способом никотин ( $41,7 \pm 5,5$ ). Такие результат могут свидетельствовать о возможном психологическом воздействии процесса курения на ментальное здоровье пациента и требует дальнейшего углубленного анализа. А вот физический компонент здоровья был значимо хуже у курильщиков по сравнению с теми, кто не курил.

При обследовании лиц с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний и сопутствующих состояний (таких как ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, инфаркт/инсульт, ХБП и нарушения ритма сердца) комплексное обследование выявило снижение по различным параметрам качества жизни. Наиболее существенные наблюдались в сфере повседневной деятельности, связанные как с физическим, так и с психическим благополучием, о чем свидетельствуют шкалы РЭФ и РФФ.

Снижение показателей качества жизни наблюдалось у людей, страдающих как ГБ, так и другими заболеваниями

ми, что привело к заметному снижению качества жизни и повседневной деятельности. Прилагаемая таблица 1 иллюстрирует влияние на параметры психического и физического здоровья.

У пациентов с ишемической болезнью сердца, диабетом, перенесшими инфаркт и инсульт в анамнезе наблюдалось заметное снижение ролевого эмоционального и ролевого физического функционирования. Во всех пяти группах наблюдалось снижение как психологических, так и физических аспектов здоровья. Особенно сниженные показатели наблюдались у лиц с артериальной гипертензией в сочетании с инфарктом или инсультом в анамнезе: значения ФКЗ и ПКЗ составляли ( $35,4 \pm 2,0$ ) и ( $37,2 \pm 2,4$ ) соответственно ( $p < 0,05$ ). Во второй и третьей группе отмечались изменения практически во всех показателях.

Таким образом, можно сделать выводы, что у пациентов с коморбидностью и высоким кардиоваскулярным риском отмечается снижение оценок по всем показателям качества жизни, особенно ролевое функционирование. Выявлены гендерные отличия у пациентов с ГБ и сочетанной патологией. У женщин наблюдались выраженные негативные последствия в отношении физического здоровья и некоторых психологических аспектов. Результаты продемонстрировали заметное ухудшение физического и психологического здоровья по мере роста уровня ожирения. Кроме того, на снижение качества жизни людей с коморбидностью существенно повлияли предшествующие сердечно-сосудистые инциденты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каретникова, В.Н. Особенности ведения коморбидного пациента с артериальной гипертензией на современном этапе / В.Н. Каретникова, Т.Н. Зверева, О.Л. Барбараш // Медицинский алфавит. — 2019. — № 2(30). — С. 6–11. [https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-2-30\(405\)-6-11](https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-2-30(405)-6-11)
2. Макарова, Н.В. Коморбидная патология у лиц с артериальной гипертензией и хронической сердечной недостаточностью: что показывают результаты эпидемиологического исследования/ Н.В. Макарова, Л.В. Тарасова, Е.И. Бусалаева, И.В. Опалинская//Вестник СурГУ. Медицина. — 2019. — № 2(40). — С. 43–49.
3. Корсунский, Д.В. Коморбидность у пациентов с артериальной гипертензией в терапевтической практике / Д.В. Корсунский, С.А. Бернс, А.Р. Новикова, О.М. Драпкина// Профилактическая медицина. — 2023. — № 26(8). — С. 100–106. <https://doi.org/10.17116/profmed202326081100>
4. Храмченко, М.А. Кардиоваскулярная патология в клинической практике участкового врача-терапевта на примере города Красноярск / М.А. Храмченко, А.Д. Карпенкова, М.М. Петрова, Д.С. Каскаева//Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. — 2020. — № 35(2). — С. 167–173. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-2-167-173>
5. Самородская, И.В. Смертность от артериальной гипертензии в регионах Российской Федерации в период с 2013 г. по 2019 г / И.В. Самородская, В.Ю. Семенов //Кардиология. — 2021. — №61(12). — С. 59–65. <https://doi.org/10.18087/cardio.2021.12.n1643>
6. Турушева, А.В. Влияние артериальной гипертензии на смертность и развитие гериатрических синдромов / А.В. Турушева, Ю.В. Котовская, Е.В. Фролова, Т.А. Богданова, О.Ю. Кузнецова //Артериальная гипертензия. — 2022. — № 28(4). — С. 419–427. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2022-28-4-419-427>
7. Обухова, К.А. Понятие здоровья в философском изложении / К.А. Обухова, Л.И. Пономарева, Н.Ю. Ган// Образовательный вестник Сознание. — 2020. — Т. 22, № 11. — С. 16–19. <https://doi.org/10.26787/nydha-2686-6846-2020-22-11-16-19>
8. Калев, О.Ф. Качество здоровья человека / О.Ф. Калев, Н.Г. Калева, Д.А. Яшин // Современные проблемы науки и образования. — 2016. — № 4. [Электронное издание] URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25004> (дата обращения: 05.11.2023).
9. ZawZawPhyo, A. Health-related quality of life and incident cardiovascular disease events in community-dwelling older people: A prospective cohort study / A.ZawZawPhyo, J. Ryan, D.A. Gonzalez-Chica[et al.] //International Journal of Cardiology. — 2021. — № 339. — P. 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2021.07.004>
10. Pogossova, N.V. Validation of the macnew questionnaire for the assessment of health-related quality of life in patients with ischemic heart disease/ N.V. Pogossova, A.A. Kursakov, I.H. Boycharov[et al.]// Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 2014. — № 10(6). — P. 584–596. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2014-10-6-584-596>
11. Баланова, Ю.А. Качество жизни лиц с артериальной гипертензией в России — есть ли связь со статусом лечения? (по данным популяционного исследования ЭССЕ-РФ) / Ю.А. Баланова, А.В. Концевая, С.А. Шальнова [и др.] //Российский кардиологический журнал. — 2016. — № 9(137). — С. 7–13.
12. Ахмедова, Э.Б. Исследование качества жизни и параметров клинико-биохимического спектра у больных артериальной гипертензией и коморбидными состояниями / Э.Б. Ахмедова, Б.У. Марданов, К.К. Бадейникова, М.Н.О. Мамедов // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2017. — №1. — С. 31–35. DOI: <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2017-13-1-31-35>
13. Новик, А.А. Руководство по исследованию качества жизни в медицине /А.А. Новик, Т.И. Ионова. — М.: «ОЛМА МЕДИА ГРУПП», 2007. — 320 с.
14. Беспалова, И.Д. Качество жизни больных гипертонической болезнью с метаболическим синдромом / И.Д. Беспалова, Ю.А. Медянцев, В.В. Калюжин // Артериальная гипертензия. — 2012. — № 18(4). — С. 304–309. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2012-18-4-304-309>
15. Пономарев, Д.С. К вопросу оценки качества жизни у больных с гипертонической болезнью // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2016. — №1. — С. 168–173.
16. Ware, J.E. SF-36 Health Survey. Manual and interpretation guide //J.E. Ware, K.K. Snow, M. Kosinski, B. Gandek. Boston, Mass: The Health institute, New England Medical Center; 1993. — 314 p.

© Калашник Дарья Николаевна (darunika@rambler.ru); Бакланов Михаил Викторович (baklanov\_mv@kokb-rzd.ru);

Романцов Виктор Викторович (pandrodor777@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИЗУЧЕНИЕ УРОВНЯ ГОМОЦИСТЕИНА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ<sup>1</sup>

## STUDY OF HOMOCYSTEINE LEVELS IN PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME

**A. Karbasova**  
**E. Chernysheva**  
**B. Kantemirova**  
**M. Abdullaev**  
**S. Seidova**

*Summary.* In the present day, hyperhomocysteinemia remains a pertinent issue. In recent years, researchers have directed their focus towards the correlation between homocysteine levels and various cardiovascular diseases, with particular emphasis on its significance in acute coronary syndrome (ACS) — a prevalent and perilous pathology in modern times. Homocysteine exerts detrimental effects on the structure and function of the vascular wall, fostering thrombus formation, and hastening the development and exacerbation of atherosclerosis. This article is dedicated to examining homocysteine levels in ACS patients. The study encompassed 96 participants with ACS (56 with myocardial infarction and 40 with unstable angina). According to the research findings, the myocardial infarction group exhibited a statistically significant elevation in homocysteine levels compared to the unstable angina group.

*Keywords:* acute coronary syndrome, myocardial infarction, unstable angina, homocysteine, cardiology, biomarkers, cardiovascular system.

**Карбасова Асель Сагындыковна**

Ассистент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
asel-v@mail.ru

**Чернышева Елена Николаевна**

Доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
lena.chernysheva@inbox.ru

**Кантемирова Бэла Исмаиловна**

Профессор, доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
belakantemirova@rambler.ru

**Абдуллаев Мусалитдин Абсаламович**

Ассистент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
abdullaev-musalitdin@mail.ru

**Сеидова Сеида-Ханум Сеид-Кафлановна**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
seidovahs@mail.ru

*Аннотация.* В настоящее время проблема гипергомоцистеинемии не теряет своей актуальности. В последние годы исследователи обратили свое внимание на связь между уровнем гомоцистеина и различными заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Особый интерес вызывает его значение при остром коронарном синдроме — одной из самых распространенных и опасных патологий современности. Гомоцистеин оказывает неблагоприятное воздействие на структуру и функцию сосудистой стенки, способствует образованию тромбов, ускоряет и усугубляет развитие атеросклероза. Статья посвящена изучению уровня гомоцистеина у пациентов с ОКС. В исследование вошло 96 пациентов с ОКС (56 инфаркт миокарда, 40 нестабильная

<sup>1</sup> Научное исследование выполнено в рамках реализации государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации «Разработка алгоритмов персонализированного назначения антиагрегантов у пациентов с острым коронарным синдромом». Сроки реализации 2021-2023 гг.



## Введение

**С**ердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают лидирующие позиции среди причин, приводящих к смертности и инвалидизации трудоспособного населения во всем мире. По данным ВОЗ, ежегодно от них умирают 17,9 млн человек [1, 2, 3].

Учитывая тот факт, что медицина постоянно совершенствует способы диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, смертность от данной патологии не снижается. В настоящее время учеными активно изучаются факторы риска, способствующие развитию ССЗ, с целью разработки эффективных методов профилактики и лечения. Кроме традиционных факторов риска развития ССЗ, таких как артериальная гипертензия, гиперлипидемия, курение, ожирение, сахарный диабет, большое внимание уделяется поиску новых генетических и фенотипических биомаркеров, одним из которых является гомоцистеин [1, 4, 5].

Гомоцистеин (ГЦ) как химическое производное был описан в 1932 году. Это аминокислота, образующаяся в процессе обмена метионина и цистеина. Употребляя в пищу белок животного происхождения, человек получает метионин, который метаболизируется с образованием S-аденозилгомоцистеина, который в свою очередь, в результате гидролиза, превращается в ГЦ [6]. Нормальное содержание ГЦ в организме поддерживается за счет его превращения в другие аминокислоты или вывода через почки. Однако при нарушении данных процессов уровень ГЦ может повышаться (патологическим считается уровень ГЦ выше 15 мкмоль/л (2030 нг/мл), что приводит к различным патологиям [6, 7, 8]. Одной из которых является ишемическая болезнь сердца (ИБС).

Гипергомоцистеинемия (ГГЦ) — весомый фактор риска развития тромбоза коронарных, церебральных и периферических артерий. У больных ИБС развивается гиперкоагуляция, одним из ведущих звеньев патогенеза которой является ГГЦ [9]. ГГЦ приводит к эндотелиальной дисфункции, вследствие чего усиливаются прокоагулянтные и угнетаются антикоагулянтные свойства эндотелиоцитов. Кроме этого, наблюдается депрессия системы фибринолиза, стимуляция агрегации тромбоцитов и лейкоцитов [10, 11, 12]. Учитывая все вышесказанные факторы, становится очевидным, что ГГЦ способствует созданию дополнительных условий для

стенокардия). По результатам исследования: уровень гомоцистеина в группе пациентов с инфарктом миокарда был статистически значимо выше в сравнении с группой пациентов с нестабильной стенокардией.

*Ключевые слова:* острый коронарный синдром, инфаркт миокарда, нестабильная стенокардия, гомоцистеин, кардиология, биомаркеры, сердечно-сосудистая система.

гиперагрегации и гиперкоагуляции, что может снижать клиническую эффективность антиагрегантной терапии (АТ). Кроме этого, доказано, что примерно у трети пациентов отмечается фармакологическая резистентность к действию АТ, результатом чего может стать тромбоз стента (0,87–2,2 % случаев), острый инфаркт миокарда (ИМ) и внезапная сердечно-сосудистая смерть [13].

Отдельно хотелось бы остановиться на индивидуальной, генетической чувствительности к АТ. Известно, что часто назначаемый в составе двойной антиагрегантной терапии (ДАТ) препарат клопидогрел является пролекарством, для активации которого нужна биотрансформация в печени ферментом CYP2C19. Доказана взаимосвязь между снижением количества активного метаболита клопидогрела и наличием генетического полиморфизма CYP2C19, что в конечном итоге, приводит к неэффективности антиагрегантной терапии и развитию неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [14].

Таким образом, учет уже известных и поиск новых предикторов как развития ОКС, так и индивидуальной чувствительности к АТ, является актуальной задачей, имеющей научно-практическое значение. В настоящей статье мы приводим результаты исследований уровня гомоцистеина у пациентов с ОКС, в качестве возможного биомаркера развития ОКС и фактора, способствующего изменению индивидуальной чувствительности к АТ. Цель исследования: изучить содержание гомоцистеина у пациентов с ОКС после ЧКВ.

## Материалы и методы исследования

Исследование проводилось после подписания пациентами информированного согласия. Обследовано 96 пациентов с ОКС, из них: 56 пациентов с ИМ в возрасте от 49 до 64 лет (средний возраст 57 лет); 40 пациентов с нестабильной стенокардией (НС) (группа контроля) — средний возраст 55 лет. Группы были сопоставимы по возрасту и полу. Проводилась оценка частоты встречаемости традиционных факторов риска: артериальной гипертензии, наличия ожирения или избыточной массы тела, сахарного диабета 2 типа, курения.

Содержание ГЦ в сыворотке крови определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА) с помощью набора для определения Гомоцистеина (CED984Ge. Cloud-Clone Corp, США).

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 3.1.8 (разработчик — ООО «Статтех», Россия).

Так как было выявлено распределение данных отличное от нормального, то количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1—Q3). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых более 50). Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

### Основные результаты

Частота традиционных факторов риска представлена в таблице 1. Не установлено отличий по частоте встречаемости артериальной гипертензии (83,9 % и 95 %), сахарного диабета (21,4 % и 30 %) и курения (25 % и 32,5 %) в исследуемых группах. Число пациентов с ожирением было больше в группе с НС и составляло 45 % против 25 % в группе с ИМ, а число пациентов с избыточной массой тела было больше в группе с ИМ и составляло 46,4 % против 15 % в группе с НС.

Таблица 1.

Клинико-anamnestическая характеристика исследуемых групп пациентов

Показатель/группа		ИМ (n=56)	НС (n=40)
Возраст		57 [49; 64]	55 [48; 61], p=0,390
Пол	Мужской, (%)	48 (85,7)	33 (82,5) $\chi^2=0,02$ ; df=1; p=0,901
	Женский, (%)	8 (14,3)	7 (17,5) $\chi^2$ с п. Йетса=0,01; df=1; p=0,933
Ожирение, (%)		14 (25)	18 (45) $\chi^2=2,06$ ; df=1; p=0,151
Избыток массы тела, (%)		26 (46,4)	6 (15) $\chi^2$ с п. Йетса=4,52; df=1; p=0,033
Артериальная гипертензия, (%)		47 (83,9)	38 (95) $\chi^2=0,17$ ; df=1; p=0,680
Сахарный диабет, (%)		12 (21,4)	12 (30) $\chi^2=0,54$ ; df=1; p=0,461
Курение, (%)		14 (25)	13 (32,5) $\chi^2=0,36$ ; df=1; p=0,548

Примечание: p — уровень статистической значимости различий по сравнению с группой пациентов с ИМ.

На первом этапе исследования проводилось изучение уровня ГЦ в группе пациентов с ИМ, по сравнению с группой с НС (см. таблицу 2, см. рисунок 1).

Таблица 2.

Анализ уровня ГЦ у пациентов исследуемых групп

Показатель	Категории	ГЦ (нг/мл)			p
		Me	Q1–Q3	n	
Группа пациентов	ИМ	3572,5	1236–5110	56	< 0,001*
	НС	1725,7	346,6–2815,4	40	

\* — различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

В группе пациентов с НС значение уровня медианы ГЦ составило 1725,7 нг/мл при нижнем и верхнем квартилях [346,6; 2815,4]. В группе пациентов с ИМ уровень медианы ГЦ составил 3572,5 нг/мл [1236; 5110], что было статистически значимо выше в сравнении с группой НС (p < 0,001).

Таким образом, при ИМ было выявлено статистически значимое повышение уровня ГЦ в плазме крови по сравнению с группой пациентов с НС.

На втором этапе мы проводили анализ содержания ГЦ среди пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) и с инфарктом миокарда без подъема сегмента ST (ИМбпST) (см. рисунок 2).

В группе пациентов с ИМбпST значение уровня медианы ГЦ составило 2845 нг/мл при нижнем и верхнем квартилях [1100; 4157]. В группе пациентов с ИМпST уровень медианы ГЦ составил 3612,5 нг/мл [1336; 5110], что было статистически значимо выше в сравнении с группой с НС (p=0,044).

Таким образом, при ИМпST была установлена самая высокая концентрация ГЦ в сыворотке крови.

### Заключение

На основании полученных нами данных, можно сделать следующие выводы: 1. У пациентов с инфарктом миокарда имеет место гипергомоцистеинемия. 2. При ИМпST уровень гомоцистеина был статистически достоверно выше, чем у пациентов с ИМбпST.

Хотя данные о роли ГЦ в развитии и прогнозировании ИМ все еще неполные и противоречивые, существующие исследования указывают на возможную связь между высоким уровнем ГЦ и риском развития ИМ.

Дальнейшие исследования необходимы для более точного определения этой связи и раскрытия возможных патогенетических механизмов формирования клинической и лабораторной резистентности к АТ, что может способствовать поиску оптимальных стратегий коррекции гемокоагуляционных нарушений у пациентов с ОКС.

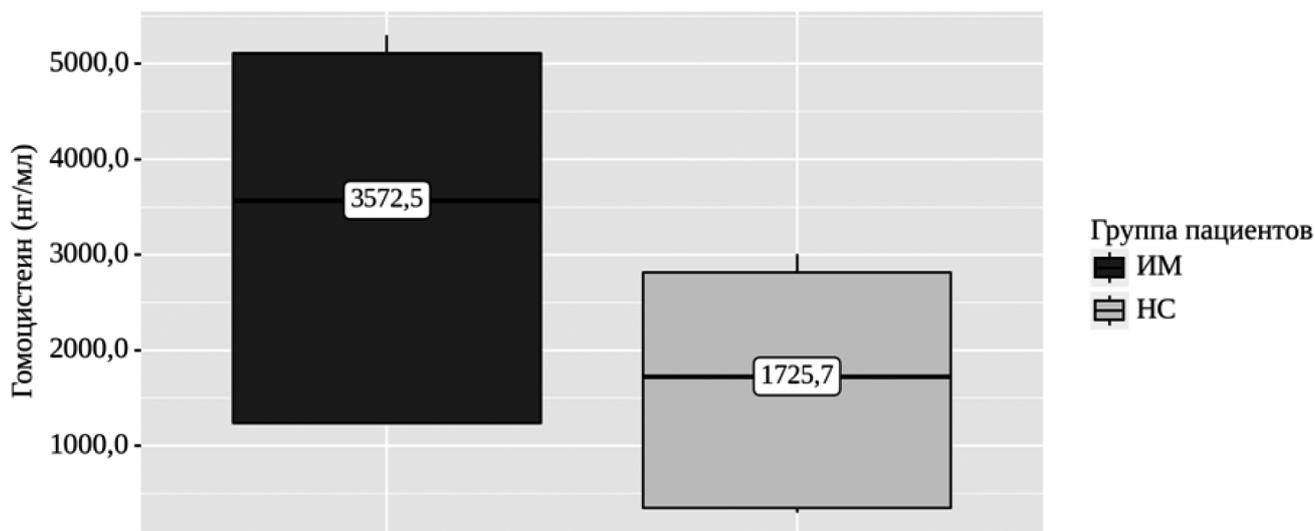


Рис. 1. Анализ ГЦ у пациентов исследуемых групп

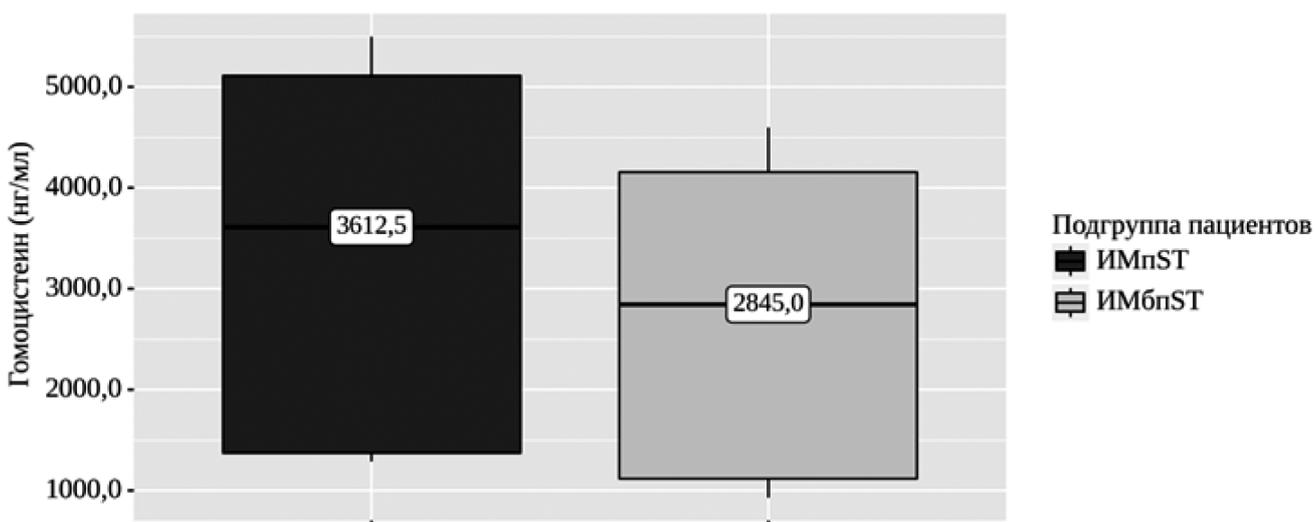


Рис. 2. Анализ ГЦ у пациентов с ИМпST и с ИМбпST

ЛИТЕРАТУРА

1. Султанова О.Э. Влияния уровня гомоцистеина на особенности клинического течения острого коронарного синдрома у пациентов с дисплазией соединительной ткани / О.Э. Султанова, Е.Н. Чернышева // Актуальные научные исследования в современном мире. — 2020. — № 11 (4). — С. 106–112.
2. Мирошникова В.В. Генетическое тестирование в кардиологии с помощью NGS панели: от оценки риска заболевания до фармакогенетики / В.В. Мирошникова, С.Н. Пчелина, М.Ю. Донников, А.С. Воробьев, В.В. Цай, Л.В. Коваленко, О.С. Готов // Фармакогенетика и фармакогеномика. — 2023. — № 1. — С. 7–19.
3. Редькина М.В. Клинико-эпидемиологическая характеристика острого коронарного синдрома у лиц молодого возраста / М.В. Редькина, И.А. Гребенщикова, С.Ю. Левашов, В.В. Лазарева // Российский кардиологический журнал. — 2015. — № 4 (120). — С. 82.
4. Давыдчик Э.В. Взаимосвязь гипергомоцистеинемии с ишемической болезнью сердца и сахарным диабетом / Э.В. Давыдчик, В.А. Снежицкий, Л.В. Никонова // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. — 2015. — № 1. — С. 9–13.
5. Li J. Admission homocysteine is an independent predictor of spontaneous reperfusion and early infarct-related artery patency before primary percutaneous coronary intervention in ST-segment elevation myocardial infarction / J. Li, Y. Zhou, Y. Zhang, J. Zheng // BMC Cardiovascular Disorders. — 2018. — № 18 (1). — С. 1–7.
6. Султанова О.Э. Эволюция тренда исследований гомоцистеина в кардиологической практике / О.Э. Султанова, Е.Н. Чернышева, А.В. Коханов, И.В. Севостьянова // Современные проблемы науки и образования. — 2020. — № 4. — С. 156.
7. Медведев Д.В. Молекулярные механизмы токсического действия гомоцистеина / Д.В. Медведев, В.И. Звягина // Кардиологический вестник. — 2017. — № 12 (1). — С. 52–57.
8. Zhang S. Arginine methylation dysfunction increased risk of acute coronary syndrome in coronary artery disease population: A case-control study / S. Zhang, S. Zhang, H. Wang, W. Wu, Y. Ye // Medicine. — 2017. — № 96 (7). — С. e6074.

9. Денисова А.Г. Гипергомоцистеинемия и дисфункция эндотелия артерий в оценке риска сердечно-сосудистых осложнений у больных сахарным диабетом / А.Г. Денисова, И.П. Татарченко, Н.В. Позднякова, Е.Р. Кулюцина, О.А. Левашова // *Здоровье и образование в XXI веке*. — 2016. — № 18 (2). — С. 25–29.
10. Lo M.H. Evaluation of endothelial dysfunction, endothelial plasma markers, and traditional metabolic parameters in children with adiposity / M.H. Lo, I.C. Lin, P.C. Lu, C.F. Huang, S.J. Chien, K.S. Hsieh, Y.L. Tain // *Journal of the Formosan Medical Association*. — 2019. — № 118 (1). — С. 83–91.
11. Фефелова Е.В. Роль гипергомоцистеинемии в механизмах развития гиперкоагуляции у больных ИБС / Е.В. Фефелова, П.П. Терешков, Н.В. Исакова, С.В. Измestьев, М.В. Бикбаева, Н.Н. Цыбиков // *Забайкальский медицинский вестник*. — 2019. — № 2. — С. 90–98.
12. Кузьмичев Б.Ю. Гипергомоцистеинемия как фактор риска осложненного течения инфаркта миокарда на фоне хронической обструктивной болезни легких / Б.Ю. Кузьмичев, Л.П. Воронина, Д.С. Тарасочкина, О.С. Полунина, Т.В. Прокофьева, Е.А. Липницкая, Е.А. Полунина // *Астраханский медицинский журнал*. — 2019. — № 14 (3). — С. 79–87.
13. Чернов А.А. Первый мета-анализ отечественных фармакогенетических исследований клопидогрела / А.А. Чернов, К.Б. Мирзаев, Д.А. Сычев // *Фармакогенетика и фармакогеномика*. — 2015. — № 2. — С. 19–23.
14. Liu J. Genotype-guided personalization of antiplatelet treatment: A meta-analysis of patients with ACS or undergoing PCI / J. Liu, L. Qin, S. Xi, W. Tong, M. Yuan // *Thrombosis Research*. — 2019. — № 179. — С. 87–94.

---

© Карабасова Асель Сагындыковна (asel-v@mail.ru); Чернышева Елена Николаевна (lena.chernysheva@inbox.ru);  
Кантемирова Бэла Исмаиловна (belakantemirova@rambler.ru); Абдуллаев Мусалитдин Абсаламович (abdullaev-musalitdin@mail.ru);  
Сеидова Сеида-Ханум Сеид-Кафлановна (seidovahs@mail.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ

### TREATMENT OF MANDIBULAR FRACTURES IN PATIENTS WITH HYPERTENSION

**E. Moskalev**

*Summary.* The article is devoted to the study of the influence of the conservative method of treatment of fractures of the lower jaw in patients with hypertension. The article examines the methods of treatment of patients admitted to the department of maxillofacial surgery on the first day, on 2–3 days and on the 7th day after injury. Using the original method of treatment, the author in his research proves the effectiveness of using the quantitative determination of human myeloperoxidase in plasma. This article may be useful for maxillofacial surgeons and dental surgeons.

*Keywords:* mandibular fracture, comorbidity, myeloperoxidase.

**Москалев Еуджену**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный  
медицинский университет» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации  
e.moscaliov@gmail.com

*Аннотация.* Статья посвящена изучению влияния консервативного способа лечения переломов нижней челюсти у пациентов с гипертонической болезнью. В статье исследуются способы лечения пациентов, поступивших в отделение челюстно-лицевой хирургии в первые сутки, на 2–3 сутки и на 7 сутки после травмы. Используя оригинальную методику лечения, автор в своих исследованиях доказывает эффективность использования количественного определения в плазме человеческой миелопероксидазы. Данная статья может быть полезна врачам челюстно-лицевым хирургам и хирургам стоматологам.

*Ключевые слова:* перелом нижней челюсти, коморбидность, миелопероксидаза.

Высокий риск травматизма костей лицевого скелета по данным отделения и кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии СамГМУ возрастает с каждым годом. Основной проблемой травматизма сегодня являются рискованное поведение пациентов, а чаще физическое насилие. Выбор метода лечения переломов нижней челюсти зависит от наличия соматической патологии, локализации травмы, характера перелома, состояния зубов и их наличия в полости рта. Хирургические вмешательства, включающие скелетирование костных фрагментов приводят к миофасциотенадезу. Коморбидная патология больных увеличивает сроки первичного заживления поверхностных слоев кожных покровов и слизистой оболочки полости рта, а зачастую приводит к их вторичному заживлению. Процессы остеогенеза существенно замедляются, что может привести к ранней стимуляции репаративного остеогенеза, а иногда и к профилактике остеомиелитических процессов [1,2].

Обследование всех пациентов включало общеклинические и специальные методы исследования, физикальное обследование, анкетирование (опросник European Quality of life Questionnaire-5 Dimension (Euro-QoL-5D) (Brooks R., 1996), кумулятивный индекс коморбидности (CIRS), критерий Чарлсон (Charlson M.E., Pompei P., Ales K.L., 1987), лабораторные и инструментальные исследования (электрокардиография в 12 стандартных отведениях, пульсоксиметрия в динамике), рентгенологическое исследование при поступлении и в послеоперационном периоде а так же на 2-е сутки после госпита-

лизации был назначен комплекс упражнений лечебной физкультуры. Специальным методом исследования стало количественное определение человеческой миелопероксидазы (МРО) в плазме (ед/мл), методом иммуноферментного анализа в первой и во второй группе пациентов [3,4].

В исследование включили 89 пациентов с гипертонической болезнью в 100 % случаев, которые поступили в клинику челюстно-лицевой хирургии Самарского государственного медицинского университета в период с 2020 г. по 2023 г., с одиночными переломами нижней челюсти в пределах зубного ряда с полным набором всех групп зубов. Реабилитацию зубочелюстной системы проводили по запатентованной методике «Консервативный способ лечения больных с переломами нижней челюсти» заявка № 2022112458 от 20 декабря 2022 г. Исследуемые пациенты были распределены на мужчин и женщин, а также на 5 возрастных подгрупп. В исследование вошли 79 мужчин и 10 женщины от 18 до 65 лет, которым была проведена иммобилизация по нами запатентованной методике (таблица 1).

Показаниями к данному лечению являлись одиночные переломы в пределах зубного ряда без смещения костных отломков, наличие всех групп зубов для адекватной фиксации шинирующей конструкции в полости рта.

Пациентам осуществляли плавное микродинамическое межчелюстное механическое вытяжение с помо-

Таблица 1.  
Распределение пациентов по возрасту и гендерному признаку

Пол	Возраст, лет					Всего пациентов
	18–30	31–40	41–50	51–60	61 и более лет	
Мужчин	32	24	16	4	3	79
Женщин	3	2	3	2	—	10
Всего	35	26	19	6	3	89

Источник: составлено автором

стью ортодонтических пружин на растяжения различной жесткости: 6 мм — жесткие, 6 мм — мягкие фиксирующихся на 4 отдельно взятых самолигирующих брекета с направленными крючками (рисунок 1).



Рис. 1. Запатентованный метод микродинамического межчелюстного механического вытяжения

Источник: составлено автором

Особенностью нашей системы микродинамического межчелюстного механического вытяжения является биомеханическое обоснование величины и направления механической тяги. Контроль тяги осуществлялся путем исследования биоэлектрических потенциалов собственно-жевательной мышцы на здоровой стороне и стороне поражения помощью электромиографа «Синапис» (Россия), регистрирующего биоэлектрические потенциалы жевательной мускулатуры поверхностными накожными электродами. Далее регистрировали ЭМГ сразу после шинирования, а также на 2 сутки после замены мягкой ортодонтической пружины на растяжение на жесткую, и на 7 сутки. У пациентов, поступивших в клинику с переломами нижней челюсти без смещения отломков в первые сутки, усредненная сила межчелюстного вытяжения составила 0,91 Н. На 2 сутки после приведения нижней челюсти к верхней в положение привычной окклюзии проводили замену механической тяги. Усилие увеличивалось до 6,3 Н., а нижняя челюсть оказывалась иммобилизованной. В дальнейшем межчелюстная механическая тяга не менялась, а оставалась до снятия шинирующей конструкции.

Всем пациентам проводили исследование человеческой миелопероксидазы в плазме до операции и после. (Рисунок 2).



Рис. 2. Забор крови пациента до операции в гепариновую пробирку

Источник: составлено автором

Свежеполученные образцы крови хранили во льду. Далее отделяли плазму центрифугированием, не позднее чем через 20 минут после взятия образца крови: 1500хg при 4°C, 15 минут. Весь лабораторный этап проходил по схеме, заданной в инструкции набора.

## Результаты и обсуждение

Проблема реабилитации пациентов с переломами нижней челюсти и сопутствующей артериальной гипертензией остаются актуальными и малоосвещаемыми сегодня, что объясняется представлением о них как о локальной патологии.

Эффективностью нашей методики стало исключение болевой реакции и обеспечение физиологической регенерации путем использования дозированного межчелюстного микродинамического механического вытяжения подпороговой величиной. Наши исследования показали, что правильное увеличение и своевременная замена механической тяги в динамике под контролем ЭМГ, было обусловлено необходимостью стабилизировать состояние жевательных мышц, так как в результате сеанса механотерапии возникало возбуждение жевательной мускулатуры, что могло привести к вторичному смещению отломков при чрезмерном межчелюстном вытяжении (таблица 2).

Минимальная болевая реакция на межчелюстное микродинамическое механическое вытяжение проявляется уменьшением величины биопотенциала жевательных мышц.

Таблица 2.

Результаты ЭМГ у пациентов, лечившихся по запатентованной методике при пробе покоя

Признак	МкВ.
На момент поступления до проведения иммобилизации	76,0 (71,0;80,0)
Сразу после иммобилизации	94,0 (92,0;97,0)
На 3-и сутки после проведения иммобилизации	86,0 (85,0;87,0)
На 7-е сутки иммобилизации	54,0 (51,0;56,0)

Источник: составлено автором

Показатели МРО у пациентов до оперативного вмешательства были повышены и статистически сравнимы, что подтверждает фактор окислительного стресса организма на травматическую болезнь до лечения (Таблица 3).

Таблица 3.

Определение МРО до и после лечения по запатентованной методике

Показатель	Кол-во пациентов (n=89)
МРО до операции	3,89 (2,88;5,45)
МРО после операции	3,1 (2,31;4,32)
p-значение	<0,001

Источник: составлено автором

После лечения результаты пациентов контрольной группы в сравнении с пациентами основной группы определили статистическую значимость ( $p < 0,001$ ). МРО основной группы снизилось на 20 % после иммобилизации нижней челюсти, что свидетельствует о положительных результатах лечения способом микродинамического межчелюстного механического вытяжения пациентов с артериальной гипертензией.

#### Выводы

1. По данным отделения челюстно-лицевой хирургии Клиник СамГМУ частота встречаемости пациентов с артериальной гипертензией на амбулаторном приеме составила 18,4 (0,8%). У пациентов, поступивших в первые сутки, осложнения выявлены в 5,1 (0,4%) случаев; у пострадавших, госпитализированных на 3 сутки и в более поздние сроки.
2. С помощью данных электромиографии собственных жевательных мышц в состоянии относительного покоя, подтверждено усовершенствование диагностики и лечения пациентов с одиночными переломами нижней челюсти в пределах зубного ряда при применении разработанного нами метода.
3. Определение МРО позволит оптимизировать реабилитацию больных и выделить группу для более активного лечения и профилактики осложнений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акбаров, А.Н. Применения электромиографии и миостимуляции в лечебно-диагностической тактике при полном отсутствии зубов / А. Н. Акбаров, О.Р. Салимов, Б.Г. Рахимов. — Текст: электронный // European Journal of Interdisciplinary Research and Development. — 2022. — № 8.
2. Арутюнян, Д.Г. Остеосинтез нижней челюсти / Д.Г. Арутюнян, Г.М. Джабраилова. — Текст: электронный // Фундаментальные аспекты психического здоровья. — 2019. — № 2.
3. Байриков, И.М. Оценка методов лечения и реабилитации больных с переломами нижней челюсти: специальность 14.00.21 «Стоматология»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Байриков Иван Михайлович; Самарский государственный медицинский университет. — Самара, 1997. — 32 с.
4. Джавадова, Л.М. Современные представления об этиологии и патогенезе воспалительных заболеваний пародонта (обзор литературы) / Л.М. Джавадова. — Текст: электронный // Достижения науки и образования. — 2022. — № 4 (84).

© Москалев Еуджениу (e.moscaliov@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# НАРУШЕНИЕ НОСОВОГО ДЫХАНИЯ КАК ВЕДУЩИЙ ЭТИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР СУЖЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

## NASAL BREATHING AS A LEADING ETIOLOGICAL FACTOR OF NARROWING OF THE UPPER JAW

**O. Nadeikina  
A. Chernova  
I. Tiunova  
E. Shabunya**

*Summary.* Modern dentistry is characterized by rapid development, which, in particular, is associated with improving the quality of diagnostics, improving digital technologies, and popularizing an interdisciplinary approach in the treatment of comorbid pathologies. Narrowing of the upper jaw is one of the most common dental anomalies in people of various age groups. The pathology is multifactorial, however, according to modern scientific literature, the leading and key role in the formation of this nosological form is played by impaired nasal breathing.

*Keywords:* nasal breathing, upper jaw, orthodontics, nasal obstruction, prevention, ENT diseases.

Общеизвестно, что нивелирование причины патологии в наиболее раннем возрасте является залогом успешного и наиболее предсказуемого ортодонтического лечения. Соответственно, своевременная профилактика, диагностика и лечение нарушения носового дыхания являются важными задачами ортодонтии.

В настоящее время пациенты с жалобами на затруднение носового дыхания являются одной из основных категорий больных, обращающихся к врачу-оториноларингологу. Стандартный алгоритм исследования ЛОР-органов позволяет обнаружить различные проблемы, такие как анатомические дефекты в области наружного носа, установить разнообразные деформации внутриносовых анатомических структур, например, гипертрофию нижних или средних носовых раковин и т. д. Следует отметить, что ключевым аспектом при обследовании и дальнейшем выборе рациональной тактики лечения данных пациентов является объективная оценка состояния дыхательной функции носа.

Важно подчеркнуть, что современные способы объективной оценки функции носового дыхания разнообразны и каждый из них имеет определенные ограничения в применении.

**Надейкина Ольга Сергеевна**

Кандидат медицинских наук, доцент,

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

blashhuk25@me.com

**Чернова Александра Николаевна**

Ассистент,

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

**Тиунова Ирина Николаевна**

Ассистент,

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

**Шабуня Елена Дмитриевна**

Ассистент,

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

*Аннотация.* Современная стоматология характеризуется стремительным развитием, которое, в частности, связано с повышением качества диагностики, совершенствованием цифровых технологий, популяризацией междисциплинарного подхода в лечении коморбидных патологий. Сужение верхней челюсти является одной из наиболее распространенных зубочелюстных аномалий у людей в различных возрастных контингентах. Имеет место многофакторность патологии, однако согласно данным современной научной литературы ведущую и ключевую роль в формировании данной нозологической формы играет нарушение носового дыхания.

*Ключевые слова:* носовое дыхание, верхняя челюсть, ортодонтия, назальная обструкция, профилактика, ЛОР-заболевания.

Таким образом, носовое дыхание является одним из важнейших факторов нормального функционирования дыхательной системы и является активным физиологическим процессом, обеспечивающий корректную работу всего организма. Назальная обструкция оказывает выраженное отрицательное влияние на функциональное состояние различных систем и негативно отражается на качестве жизни пациентов.

Сужение верхней челюсти является одной из наиболее распространенных проблем современной ортодонтии.

Выявлению фенотипических изменений в челюстно-лицевой области у людей с хроническими заболеваниями органов дыхания всегда уделялось не так много внимания. Стоматолог-ортодонт, оториноларинголог и педиатры не находятся в кооперации [1; 3]. Так, проблема междисциплинарного подхода в медицине и, в частности, в стоматологии, является одной из самых обсуждаемых научных проблем [2; 3; 5].

С целью устранения аномалий и деформаций зубочелюстной системы, стоматологи-ортодонты часто проводят лечебные мероприятия, недостаточно обращая внимания на их ведущий этиологический фактор [4].

Предсказуемость результата лечения во многом зависит от точного определения причины зубочелюстной аномалии [5].

Согласно данным зарубежной литературы, сужение верхней челюсти напрямую коррелирует с нарушением носового дыхания. Частой причиной заложенности носа и формирования привычного ротового дыхания у детей является процесс разрастания аденоидной ткани в носоглотке [6]. Аденоидит занимает первое место в структуре ЛОР-патологий верхних дыхательных путей у детей [7; 8]. Это пролонгированный воспалительный процесс в носоглотке, сопровождающийся гипертрофией аденоидной ткани глоточной миндалины, сопровождающийся частыми рецидивами даже после хирургической обработки носоглотки. При снижении уровня носового дыхания у носовые ходы сужаются.

Тем не менее, вопросы взаимосвязи сужения верхней челюсти с проблемами дыхания недостаточно освещены в литературе и ряд авторов полагает, что корреляция между обструкцией дыхательных путей и черепно-лицевым ростом является весьма спорным в литературе.

Ротовое дыхание имеет многофакторную этиологию, варьируется от анатомической обструкции, такой как небная, а также гипертрофия глоточной миндалины, полип носа, нарушение в строении перегородки, аллергический ринит, гипертрофия носовых раковин и вредные привычки полости рта, которые могут деформировать зубную дугу и изменять гармонию лица в зависимости от интенсивности, продолжительности и частоты таких привычек [2; 7].

*Цель исследования:* проведение систематического литературного анализа исследований, посвящённых вопросам сужения верхней челюсти в связи с нарушением носового дыхания у людей в различном возрастном контингенте.

В исследовании Jonibek Ismatovich Durdiev (2023 г.) «Modified diagnostic methods for the treatment of children with narrowing of the upper jaw and impaired nasal breathing» для изучения хронической патологии органов дыхания было отобрано 150 детей. Из всего обследуемых групп отобрано 118 детей и 32 ребенка (старше 10 лет) практически здоровых с сужением привычного ротового дыхания. Для сравнения состояния ряда органов полости рта (состояние зубов, окклюзии, альвеолярного отростка и др.), проведены клинико-функциональные, морфометрические, иммунологические и социологические исследования, наблюдаемые в 2015–2019 годах в стоматологическом центре на базе Бухарского государственного медицинского института и областной детской стоматологической поликлиники. Были проведены как клинические методы исследования, так и специаль-

ные. С участием врача-оториноларинголога проведена передняя активная риноманометрия. Обследованные пациенты были разделены на группы по типу окклюзии в соответствии с классификацией Персина Л.С. и МКБ-10: с дистальной окклюзией (ДО), мезиальной окклюзией (МО), перекрестной окклюзией и физиологической окклюзией (ФО), а также в зависимости от наличия или отсутствия хронической патологии органов дыхания, а также подгруппы без ЛОР-анамнеза и дети, имеющие в анамнезе хроническую патологию органов дыхания. Фотометрическим методом оценивали состояние мягких тканей профиля лица, с помощью антропометрии проводили измерения размеров зубов, поперечных и сагиттальных размеров зубных рядов и апикальных оснований, а также размеров неба. Кроме того, на гипсовых моделях верхней челюсти определяли размеры неба: длину, ширину, глубину, угол «альфа». С помощью ортопантомографии оценивали состояние периапикальных тканей зубов, наличие зачатков восьмых зубов, а при телерентгенографическом (ТРГ) исследовании изучали размеры глотки в боковой проекции головы. Результаты исследования показали, что из 150 обследованных с хронической патологией органов дыхания имеется дыхательная обструкция у 55 детей. Разница в частоте положительного ЛОР-анамнеза в группах с физиологической окклюзией и зубочелюстными аномалиями была достоверной. У 100 % наблюдались различные виды аномалий окклюзии: дистальная окклюзия у 47 %, мезиальная окклюзия у 25 %. Морфометрические особенности DAS по данным фотометрии лица у пациентов с различными типами окклюзии выявили высокозначимые различия. Отмечено уменьшение углов супраментальной складки — на 11,8 % при мезиальной окклюзии. Для изучения конкретного функционального и морфологического носового дыхания были отобраны 60 детей с различной степенью сужения верхней челюсти в возрасте 10–14 лет. Они были разделены на 2 группы. 1-я группа — 30 детей с привычным ротовым дыханием (ОР) и выраженным сужением  $up/j$ , у которых расстояние между небными поверхностями первых моляров  $up/j$  было менее 36 мм. 2-я группа — 30 детей с носовым дыханием. Из историй болезни анализировали анамнез, анализ КДМ, ТРГ и ОПТГ. Анализ анкет не выявил значимой разницы в состоянии здоровья у пациентов 1-й и 2-й групп сравнения. Особое внимание обращали на наличие заболеваний ЛОР-органов, их тяжесть и длительность. Основной жалобой пациентов (родителей) обеих групп являются эстетические нарушения (100 %), связанные с положением резцов. Родители отмечают, что дети 1-й группы (46 %) быстро утомляются при физических нагрузках и после уроков. Отмечается нарушение смыкания губ (35 % и 10 % в 1-й и 2-й группах соответственно), нарушение чистоты произношения звуков речи (28 % и 14 %). У 20 % детей 1-й группы родители отмечали гнусавый оттенок речи, несмотря на аденотомию, выполненную в дошкольном возрасте. В 1-й группе

ХПРС установлен в анамнезе в 68 % случаев, во 2-й группе этот показатель составил 20 % случаев. Авторы пришли к выводу, что для больных с нарушением носового дыхания (ИНБ) характерно сужение зубного ряда, чаще верхний зубной ряд имеет V-образную форму, нижний равномерно сужен. Глубокое небо в виде буквы «V» указывает на скелетную недостаточность верхней челюсти и эти данные статистически подтверждаются данными антропометрических показателей этих детей [9].

В работе Swati Saraswata Acharya «Effect of nasorespiratory obstruction with mouth breathing on dentofacial and craniofacial development» (2018 г.) проводится оценка влияния ротового дыхания на черепно-лицевое и зубочелюстное развитие в детском возрасте относительно носового дыхания у пациентов с неправильным прикусом. Проводилось ретроспективное исследование в Университете SOA. Были проанализированы цефалометрические параметры и клинические переменные 90 педиатрических пациентов, прошедших ортодонтическое лечение. В основную группу вошли 40 пациентов, имевших признаки и симптомы носовой непроходимости, а в контрольную группу вошли 50 пациентов с нормальным состоянием дыхательных путей. Стоматологические и черепно-лицевые параметры сравнивались с использованием клинических и цефалометрических данных. У тех, кто дышал ртом, наблюдалось вращение нижней челюсти назад и вниз, увеличение угла нижней челюсти, более высокая небная плоскость и сужение верхней и нижней дуг на уровне клыков и первых коренных зубов по сравнению с группой, дышавшей носом. Распространенность поперечного прикуса наблюдалась в большей степени в группе тех, кто дышал ртом (40 %), чем у тех, кто дышит носом (20 %) ( $p = 0,006$ ). Аномальное переднее уплотнение полости рта от губ к языку чаще наблюдалось в группе пациентов с ротовым дыханием (55 %), чем в другой группе (25 %) ( $p = 0,05$ ). Ученые пришли к заключению, что назо-респираторная обструкция при нарушении носового дыхания в периоды роста у детей является причиной сужения верхней челюсти, а также вращения растущей нижней челюсти по часовой стрелке с неравномерным увеличением передней нижней вертикальной высоты лица и снижением зад-

ней высоты лица. Авторы констатируют, что нарушение носового дыхания чаще всего сочетается с дистальной окклюзией (61 %) и перекрестной окклюзией (22 %) [10].

В исследовании Natalya Zhuravskaya «Mouth-breathing vs nose-breathing: effects on face, teeth, jawline» (2020 г.) констатирует, что для большинства людей ротовое дыхание является долговременной проблемой, вызванной аденоидами, аллергией, искривлением носовой перегородки или заложенностью носа. К счастью, можно зафиксировать дыхание ртом с помощью правильного положения языка и носового дыхания. Первый шаг — прекратить дышать ртом и держать губы плотно сжатыми. Автор настаивает, что при нарушении носового дыхания необходимо проконсультироваться с врачом-стоматологом. Линия подбородка у тех, кто дышит ртом, как правило, отведена назад из-за слабых развитых лицевых мышц. Таким образом, мышцы лица, челюстей, языка и шеи начинают изменять костные структуры, медленно деформируя их. Нормальное положение верхней челюсти изменяется, в то время как дыхание ртом не позволяет языку прилегать к небу. Это приводит к «менее развитой, узкой, V-образной верхней челюсти», как пишет журнал *Irish Dentist Journal*, основываясь на исследовании доктора Мью, утверждает автор статьи.

Таким образом, взаимодействие врачей различного профиля и междисциплинарный подход являются перспективной концепцией современной медицины и, в частности, стоматологии. По данным актуальных источников, проблема носового дыхания является триггером к возникновению различных зубочелюстных аномалий: формированию готического неба, сужению верхней челюсти, аномалий расположения зубов и т.д.

Своевременная диагностика и нивелирование обструкции дыхательных путей является важной превентивной мерой для формирования физиологической окклюзии. Несмотря на различные подходы к решению челюстных проблем в трансверсальной плоскости, большинство авторов склоняются к наличию выраженной корреляции между непроходимостью носовых путей и сужением верхней челюсти.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gafforov S.A., Durdiev J.I., Clinical and morphological characteristics of the organs of the dentition in children with disorders of the upper respiratory system // *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*. 2020. Vol. 17. Issue. 6. Pp. 14324–14342.
2. Kiekens R.M.A., Facial esthetics in adolescents and its relationship to «ideal» ratios and angles / R.M.A. Kiekens, A.M. Kuijpers-Jagtman, M.A. Van t Hof, J.C. Maltha // *Amer J. Orthod. Dentifacial Orthop*. 2008. Vol. 133. — Pp. 188–193.
3. Shamsiev A.M., Shamsiev Zh.A., Rakhmanov K.E., Davlatov S.S., Differentiated treatment tactics in surgery of liver echinococcosis. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2020. Vol. 174(5). Pp. 72–77.
4. Olimov S.Sh., Durdiev J.I., Influence of the quality of life on the formation of the upper jaw in children with pathologies of the respiratory system / *Journal of Hunan University Natural Sciences*. 2022 Vol. 49. No. 01. Pp. 56–64.
5. Li AM, Cheung A, Chan D., Validation of a questionnaire instrument for prediction of obstructive sleep apnea in Hong Kong Chinese children // *Pediatr Pulmonol*. 2006. Vol. 41. Pp. 1153–60

6. Valera F.C.P., Travitzki L.V.V., Mattar S.E.M., Matsumoto M.A.N., Elias A.M., Anselo-Lima W.T. Muscular, functional, and orthodontic changes in preschool children with enlarged adenoids and tonsils. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2003. Vol. 67. Pp. 761–770.
7. Kawashima S., Peltomaki T., Sakata H., Mori K., Happonen R.P., Ronning O. Craniofacial morphology in preschool children with sleep-related breathing disorder and hypertrophy of tonsils. *Acta Paediatr.* 2002. Vol. 91. Pp.71–7.
8. Sousa J.B., Anselmo-Lima W.T., Valera F.C., Gallego A.J., Matsumoto M.A. Cephalometric assessment of the mandibular growth pattern in mouth-breathing children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2005. Vol. 69. Pp. 311–7.
9. Jonibek I.D. Modified Diagnostic Methods for The Treatment of Children with Narrowing of The Upper Jaw and Impaired Nasal Breathing. *Journal of Pharmaceutical Negative Results, [S. l.].* 2023. Pp. 3700–3707.
10. Acharya, S.S., Mali, L., Sinha, A., & Nanda, S.B. Effect of Naso-respiratory Obstruction with Mouth Breathing on Dentofacial and Craniofacial Development. *Orthodontic Journal of Nepal.* 2018. No. 8(1). Pp. 22–27.

---

© Надейкина Ольга Сергеевна (blashhuk25@me.com); Чернова Александра Николаевна; Тиунова Ирина Николаевна;  
Шабуня Елена Дмитриевна  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ДИСКУТАБЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЯЗВЕННОГО СТЕНОЗА ПИЛОРИЧЕСКОГО КАНАЛА

## DEBATABLE ISSUES OF SURGICAL TREATMENT OF ULCERATIVE STENOSIS OF THE PYLORIC CANAL

**E. Perisaeva  
A. Kultchiev**

*Summary.* The long-term results of resection and organ-preserving methods of surgical treatment of gastric ulcer and duodenal ulcer complicated by pyloroduodenal stenosis were analyzed. The methods of surgical decompression of scar-ulcer duodenal stenosis, as well as the frequency and nature of postoperative complications and long-term pathological syndromes were compared.

*Keywords:* pyloroduodenal stenosis, duodenal ulcer, surgical treatment.

**Перисаева Элина Акимовна**

Ассистент,

ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная  
медицинская академия» (г. Владикавказ)  
perisaeva.elinka@yandex.ru

**Кульчиев Ахсарбек Агубеевич**

Д.м.н., профессор,

ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная  
медицинская академия» (г. Владикавказ)  
kulchiev.ahsarbek@yandex.ru

*Аннотация.* Проанализированы отдаленные результаты резекционных и органосохраняющих методов хирургического лечения язвенной болезни желудка и ДПК, осложненной пилородуоденальным стенозом. Проведена сравнительная оценка способов хирургического лечения декомпенсированного рубцово-язвенного стеноза (ДРЯС) ДПК, а также частота и характер послеоперационных осложнений и отдаленных патологических синдромов.

*Ключевые слова:* пилородуоденальный стеноз, язвенная болезнь ДПК, хирургическое лечение.

### Актуальность проблемы

Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки является одной из самых распространенных заболеваний желудочно-кишечного тракта среди взрослого населения и нередко ведет к развитию угрожающих жизни осложнений. Одним из таких осложнений является стенозирование выходного отдела желудка и ДПК, который по сводным данным ряда авторов наблюдается в 45–60 % случаев [2,8,10]. Подавляющее большинство этих пациентов нуждается в хирургическом лечении. Поэтому проблема хирургической тактики при различных стадиях стеноза приобретают особую актуальность. К сожалению, вопрос о выборе метода и тактики хирургического лечения не решен до сих пор и остается предметом широкой дискуссии [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12]. Все имеющиеся методы подразделяются на 2 группы: резекционные и органосохраняющие методики. Резекция желудка, которая сопровождается относительно высокими цифрами летальности (2–5 %), значительным числом ранних послеоперационных осложнений (12–35 %) и развитием различных постгастрорезекционных синдромов (25–60 %) в отдаленном периоде, а также повышенным риском возникновения рака культи желудка (4–6 %), по-прежнему занимает лидирующие позиции в хирургическом лечении язвенной болезни в целом и в особенности ДРЯС ДПК. [4,5]. В течение последних 15–20 лет в лечении осложненных форм ЯБДПК, в том числе и ДРЯС, стали применяться органосохраняющие операции, преимуществами которых

являются меньшая травматичность, минимальная летальность, низкая частота развития ранних послеоперационных осложнений и патологических синдромов в отдаленном периоде [2,4,5,9].

*Цель исследования:* обоснование выбора хирургической тактики и сравнительная оценка методов хирургического лечения ДРЯС ДПК у данной категории пациентов.

*Материалы и методы:* за период более чем в 30 лет, накоплен значительный опыт хирургического лечения стенозов (резекций желудка более 1000 операций, различные варианты и органосохраняющих операций с ваготомией — 860) ДПК язвенного генеза дает нам основание отдавать предпочтение дренирующим желудок операциям с СПВ. Кроме того, при наличии ограниченного ряда показаний, у отдельной категории больных, считаем патогенетически обоснованным антрумэктомию со стволовой ваготомией и гастроэнтероанастомоз по Ру — Агеенко. При язвенной болезни желудка и ДПК одним из основных патогенетических условий операции считается сохранение пассажа по ДПК. Однако, в исключительных случаях (сочетание язвенной болезни с выраженными формами функциональной ХДН), вынуждены выключать из пассажа ДПК.

На первом этапе, до 1985 г., по поводу различных форм язвенного стеноза ДПК оперировано 86 больных — I группа.

На втором этапе, с 1986 по 2022 г. с диагнозом хроническая язвенная болезнь, осложненная стенозом выполнено 138 операций — II группа.

У второй группы больных количество резекционных вмешательств резко сократилось — до 6. Абсолютное большинство операций составило органосохраняющие с СПВ — 132 (95,2 %) из 138 больных в этой группе больных нами выявлено всего 6 резекций желудка, в объеме — антрумэктомия со стволовой ваготомией. Это те случаи, когда нельзя было сохранить пассаж по ДПК — функциональная дуоденальная непроходимость субкомпенсированной и декомпенсированной стадии.

Из дренирующих желудок операций предпочтение отдаем гастродуоденостомии по Финнею, с учетом имеющейся возможности иссечения краев язвы и рубцовой ткани в пределах здоровых тканей, при поражении передней и боковых стенок ДПК, а также ревизии задней стенки ДПК.

Следует отметить, что процент общих послеоперационных осложнений в группе с органосохраняющими операциями, в два раза меньше по сравнению с резекционными, что подтверждает патогенетическую обоснованность объема выполненных операций.

Такие грозные осложнения, как несостоятельность культи ДПК, анастомоза и послеоперационный панкреатит чаще наблюдали в I группе, после резекции желудка. В этой группе имели место два случая несостоятельности культи ДПК и один — несостоятельность анастомоза после Бильрот-I с одним летальным исходом. Еще один больной погиб от послеоперационного панкреатита, развившегося вследствие попытки закрытия трудной культи с пенетрирующей язвой в головку поджелудочной железы. В I группе имелось 2 (2,3 %) летальных случая.

Во II группе подобных тяжелых послеоперационных осложнений не было. Наиболее частым послеоперационным осложнением в этой группе было нагноение раны, что никак нельзя объяснить с характером объема операции. Характерные для II группы операции осложнения — гастростаз и диарея имели место в единичных случаях и легко купировались медикаментозно.

В I группе больных выбор объема операции не зависел от степени стеноза. В этой группе больных выбор метода резекции в большей степени зависел от надежности культи ДПК и гастродуоденоанастомоза. При оптимальной ситуации пытались выполнить резекцию по Бильрот-I в 12 (14 %) случаях. При закрытии «трудной» культи ДПК — гастроэнтероанастомоз по Ру — 21 (24,4 %) больной. У абсолютного большинства выполнена резекция по Гофмейстеру — Финстереру — 53 (61,6 %) пациента.

Во II группе больных степень выраженности стеноза влияла на выбор метода дренирующей желудок операции. При IV степени стеноза, при резком угнетении перистальтических возможностей стенки желудка, оптимальным считаем широкое соустье между желудком и ДПК по Финнею. Эту методику считаем оптимальной и при сочетании стеноза с пенетрацией язвы в головку поджелудочной железы. При II и III степени стеноза, когда можно сохранить пилорический жом, предпочтение отдавали дуоденопластике с обязательной СПВ. Некоторые ведущие хирурги выполняют дуоденопластику без СПВ. Мы считаем обязательным СПВ в плановой хирургии, при всех органосохраняющих операциях язвенной болезни ДПК.

В этой группе (II) было выполнено 6 антрумэктомий с стволовой ваготомией по «вынужденным» показаниям — ХДН III — IV ст.

Таким образом, у абсолютного большинства больных во II группе выполнена операция Финнея с СПВ (72,3 %). Пилоропластика по Гейнеке — Микуличу выполнена у 8 (6,3 %) больных при II степени стеноза.

В табл. 1 (I группе) отражены функциональные и органические изменения выявленных в отдаленном периоде после резекционных операций. Как видно из данной таблицы, абсолютное большинство (67,2 %) пациентов, после различных, резекционных желудок операций, имеют различные патологические состояния. Из них — у 7,8 % рецидив язвенной болезни. Из резекционных желудок методов операций наихудшие результаты получены после операции Гофмейстера — Финстерера. У 97,5 % пациентов отмечены разные патологические состояния.

Таблица 1.  
(I — группа) Отдаленные результаты

Патологическое состояние	Результат операции			Всего (64)
	Г. — Ф. (41)	по Ру (14)	Б — I (9)	
Рецидив язвы	4 (9,7)	1	—	5 (7,8 %)
Демпинг синдром	7 (17 %)	—	—	7 (17 %)
Синдром приводящей петли	2	—	—	2
Желудочный дискомфорт	12 (30 %)	2	—	14 (22 %)
Вегетоастенический синдром	10 (24 %)	—	1	11 (17 %)
Железодефицитная анемия	3 (7,3 %)	—	1	4 (9,4 %)
Итого	38 (97,5 %)	3 (21,4 %)	2 (22,2 %)	43 (67,2 %)

В таблице 1 особо следует обратить внимание на тот факт, что после резекции желудка, по Гофмейстеру —

Финстереру в отдаленном периоде нет пациентов, которые чувствуют себя абсолютно здоровыми.

Во II группе больных (табл. 2) отдаленные результаты более благоприятны по сравнению с I группой. Как видно из таблицы № 2, разные патологические состояния после органосохраняющих желудок операций с СПВ, выявлено у 21,6 %. По сравнению с I группой — в 3 раза меньше. Из них рецидив язвы в 2,4 %. Наиболее частым патологическим состоянием в этой группе является желудочный дискомфорт у 8,3 %.

Таблица 2.

(II — группа) Отдаленные результаты

Патологическое состояние	Операция				Всего (83)
	Финнея, с СПВ — 51	Гейнеке Микуличу, СПВ — 6	Дуоденопластика, СПВ — 21	Антрумэктомия, СТВ, Ру. — 6	
Рецидив язвы	2	—	—	—	2(2,4)
Демпинг синдром легкой степени	1	1	—	—	2
Диарея	1	—	—	—	1
Желудочный дискомфорт	4	1	1	1	7(8,3 %)
Рубцовый стеноз анастомоза	—	—	1	—	1
Вегетоастенический синдром	4	—	—	1	5
Итого	12 (23,5 %)	2	2	2	18 (21,6) %

Таким образом, наглядно видно, что у абсолютного большинства больных 78,4 % после органосохраняющих желудок операций с СПВ в отдаленном периоде не выявлено патологическое состояние. У 2,4 % имеется рецидив язвенной болезни.

Сегодня результаты любых хирургических операций оцениваются по отдаленным результатам, основываясь на качестве жизни пациента. С этих позиций нами изучены полученные отдаленные результаты выполненных операций в разных группах больных.

**Оценка качества жизни больных в отдаленном периоде**

Полученные отдаленные результаты любых операций с позиции доказательной медицины, должны отра-

жать качество жизни пациента. С этих позиций нами изучены отдаленные результаты по классификации Visick, опросник и DDQ — 15 в отдаленном периоде, в сроки от 3 до 30 лет.

После резекционных операций (I — группа) в отдаленные сроки качество жизни определено у 64 пациентов и у 83 во II группе.

Мы провели анкетирование всех 147 больных, перенесших операции на желудке, по обоим опросникам и классификации Visick.

Согласно проведенным расчетам, среднее значение индекса DDQ — 15 для здоровых лиц составляет — 4,13, ИКЖФХК — 124,1±5,4 балла, а в группах с «отличными» и «хорошими» результатами операции следует относить с величиной индекса DDQ — 15 более — 3,41, ИКЖФХК — более 100 баллов.

В этой группе пациентов лишь у 27,3 % пациентов отдаленные показатели качества жизни можно признать приемлемыми, в то время как у абсолютного большинства (72,7 %) качество жизни нельзя признать хорошим. И лишь у 2 (3,1 %) пациентов оно признано отличным.

Качество жизни по DDQ — 15 у больных, перенесших резекции желудка близка по показателям качества ИКЖФХК — хорошее и отличное качество жизни выявлено у 32,5 % пациентов. У большинства пациентов зафиксировано удовлетворительное качество жизни (42,1 %) Следует отметить, что у абсолютного большинства (67,5 %) пациентов качество жизни по DDQ — 15 нельзя признать приемлемым.

Отличные и хорошие показатели качества по ИКЖФХК получено у 74,7 % пациентов в отдаленные сроки после ваготомии с органосохраняющим и органощадящим операциями на желудке. Удовлетворительные результаты получения у 19,2 % пациентов. И у 6,1 % результаты признаны плохими.

У большинства пациентов 46,2 % получены хорошие результаты качества жизни, отличные у 28,8 %, удовлетворительные у 21,4 % и лишь у 3,6 % плохие. Для большей объективности полученных отдаленных результатов выполненных операций на желудке, нами они оценены и по классификации Visick (1948) — таблица № 3.

**Секреторная функция желудка в отдаленном периоде, после резекционных операций**

При изучении отдаленных результатов операций на желудке необходимо оценить прежде всего его секреторную функцию.

Таблица 3.

Отдаленные результаты резекционных и органосохраняющих операций в сочетании с ваготомией

Результат	I — группа (резекция желудка)		II — группа (органосохраняющая операция + ваготомия)	
	Абс.	%	Абс.	%
Отличный			60	72,8
Хороший	17	26,2	11	12,0
Удовлетворительный	33	52,0	9	11,6
Плохой	14	21,9	3	3,6
Итого	64	100	83	100

В I группе больных (после резекционных желудок операций) в отдаленном периоде секреторная функция желудка изучена у 32 больных, следует отметить, что после резекции желудка, особенно после операции Гофмейстера — Финстерера получить достоверные показатели секреции желудка сложно.

Во II группе больных (с органосохраняющими операциями с ваготомией) секреторная функция изучена у 40 пациентов.

### Результаты и их обсуждение

Непосредственные результаты резекционных методов хирургического лечения стенозирующих язв ДПК сопровождались более частыми осложнениями и наименее хорошими результатами по сравнению с органосохраняющими операциями с ваготомией.

Летальность после резекционных желудок операций составила 2,3 %, после органосохраняющих с ваготомией летальных случаев не было.

Общее число послеоперационных осложнений (53,3 %) наблюдалось чаще в группе больных, перенесших резекцию желудка по сравнению с органосохраняющими операциями (23,1 %). После резекции желудка по Гофмейстеру — Финстеренру и по Бильрот — I наблюдали несостоятельность швов с одним летальным исходом. В этой же группе больных у 5 развилась картина послеоперационного панкреатита, у 4-х средней степени тяжести, купированная медикаментозной терапией, у одного развился инфицированный панкреонекроз с летальным исходом.

Одним из характерных для операций на желудке послеоперационных осложнений является гастростаз. В группе с органосохраняющими операциями и ваготомией гастростаз развился у 4,8 %, после резекционных операций — у 10,4 %.

Из дренирующих желудок операций предпочтение отдавалось гастродуоденостомии по Финнею.

*Отдаленные результаты изучены в сроки от 3 до 30 лет после операций*

В I группе из 84 выписанных после резекций желудка в отдаленные сроки удалось обследовать 64 больных. Из них у 43 (67,2 %) выявлены различные патологические состояния (таб.1) Рецидив язвы — 5 (7,8 %), демпинг синдром средней степени — 7 (10,9 %), желудочный дискомфорт — 14(22,6 %) вегетоастенический синдром — 11 (17 %) и железодефицитная анемия — 4 (9,4 %). В этой группе только у 21 (31,3 %) пациентов не выявлено патологических состояний.

В II группе пациентов, перенесших органосохраняющие и органощадящие операции с ваготомией, обследовано 83 пациента. У 18 (21,6 %) из них (табл. 2) выявлены различные патологические состояния. Рецидив язвы — 2 (2,4 %), демпинг синдром — 2 (2,4 %). Наиболее частым симптомом в этой группе был желудочный дискомфорт — 7 (8,3 %). В этой группе имели одно серьезное осложнение в отдаленном периоде. У одной больной через 2 года после дуоденопластики, СПВ развился стеноз II—III степени анастомоза. При этом у нее не было рецидива язвы. Рубцевание анастомоза шло без язвенного процесса, вследствие технических погрешностей выполнения дуоденопластики. Этой больной выполнен гастродуоденоанастомоз по Финнею с хорошими отдаленными результатами в течение 12 лет.

Сравнение отдаленных результатов после операции Финнея (51) и дуоденопластики (21), по клиническим и рентген — эндоскопическим критериям, преимущество какой-либо методики выявлено не было. Единственное, что отмечено, в первые 2–3 года после операции заброс содержимого из ДПК в желудок чаще отмечается после операции по Финнею. Через 3 года разница по результатам этих методик практически нивелируется.

Качество жизни после резекционных операций показано на таблице 3, у абсолютного большинства пациентов оно признано удовлетворительным и плохим (73 %).

В группе больных с органосохраняющими вмешательствами с СПВ качество жизни в отдаленном периоде у 72,8 % признано высоким и у 21,4 удовлетворительным — 11,6 % и плохим у 3,6 %.

Полученные показатели кислотопродуктивной функции желудка в отдаленном периоде выявили, что у больных с отличными и хорошими отдаленными результатами было нормацидное состояние желудочной секреции, не зависимо от объема операции на желудке.

У больных с удовлетворительными результатами операции отмечено резкое угнетение секреторной функции желудка

И у больных с плохими результатами операции (рецидив язвы) выявлено повышение, как в базальной фазе, так и в стимулированной фазе секреции.

Таким образом, у больных, перенесших различные операции на желудке по поводу язвенной болезни, результаты операции в отдаленном периоде коррелируются с показателями желудочной фазы секреции. У больных с хорошими отдаленными результатами выявлено — нормацидное состояние желудочной секреции. При плохих результатах, с рецидивами язвы, у всех выявлена гиперсекреция желудочного сока.

При этом, лучшие отдаленные результаты получены после органосохраняющих операциях с СПВ.

### Выводы

Резекционные методы лечения ДРЯС ДПК сопровождаются большим числом ранних послеоперационных осложнений, отдаленных патологических синдромов, более высоким процентом летальных исходов по сравнению с органосохраняющими, поэтому, у этой категории больных, в функциональном плане эти вмешательства патогенетически менее выгодны и должны выполняться по строгим и индивидуальным показаниям.

Из дренирующих желудок операций при стенозе пилорoduodenального канала наиболее предпочтительной является операция Финнея с СПВ.

При постбульбарном стенозе ДПК патогенетически наиболее обоснована дуоденопластика по В.И. Оноприеву с СПВ.

Таким образом, на основании представленного выше материала можно предложить, что при стенозирующей язве пилорoduodenального канала органосохраняющие операции с СПВ дают в абсолютном

большинстве случаев хорошие непосредственные и отдаленные результаты.

Систематический обзор на основе принципов доказательной медицины, проведенный Бебуришвили А.Г. и соавт. показывает, что рандомизированные клинические исследования (РКИ), имеют определенные изъяны, не позволяющие окончательно регламентировать подходы по лечению пилорoduodenального стеноза язвенной этиологии [2]. В рамках доказательной медицины выводы и практические рекомендации по лечению язвенного пилорoduodenального стеноза могут быть сформулированы по результатам отдельных РКИ и заключаются в следующем: при выборе способа оперативного лечения необходимо дифференцировать расположение язвенного дефекта, поскольку наиболее часто осложняются стенозированием язвы пилорического канала и препилорические язвы (уровень доказательности 1); чем ниже располагается язвенный дефект, тем более эффективными являются селективные варианты ваготомии; при пилорической и препилорической язве рецидив после стволовой ваготомии наблюдается реже (уровень доказательности 1); селективные способы ваготомии без дренирующих вмешательств возможны только при «функциональном» стенозе, на фоне обострения язвенной болезни (уровень доказательности 1); при «органическом» стенозе селективные варианты ваготомии возможны (вероятность возникновения постваготомической диареи снижается), но менее целесообразны, так как приходится дренировать желудок (уровень доказательности 1); дренировать желудок после ваготомии возможно как путем пилоропластики, так и с помощью гастроэнтеростомии (уровень доказательности 1); при пилорoduodenальном язвенном стенозе пилоропластику лучше делать по Финнею, а не по Гейнике-Микуличу (уровень доказательности 1); ваготомия (стволовая или селективные способы), сочетанная с антрумэктомией, дает меньшую частоту рецидива язвенной болезни, чем ваготомия, дополненная пилоропластикой (уровень доказательности 1); при восстановлении целостности желудочно-кишечного тракта после антрумэктомии предпочтительнее отдавать методике Ру или Бильрот I (уровень доказательности 1)[2].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Авакимян В.А. Язвенная болезнь (вопросы патогенеза) // Кубанский научный медицинский вестник. 2007. — №4-5. С. 12–17.
2. Бебуришвили А.Г., Федоров А.В., Сажин В.П., Панин С.И., д.м.н., проф. Зюбина.- Хирургическое лечение язвенного пилорoduodenального стеноза // Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова 2019, №4, с. 94–99
3. Бойко В.В., Ткач С.В., Грома В.Г., Шевченко А.Н., Лыхман В.Н., Багиров Н.В.— Оптимизация хирургического лечения пилорoduodenальных стенозов язвенной этиологии // Вестник хирургии Казахстана 2013. — №2. С.32–37
4. Горбунов В.Н. Осложненные гигантские пилорoduodenальные язвы: клиническая картина, диагностика, хирургическое лечение. Горбунов В.Н., Нагиев Э.Ш., Столярчук Е.В. // Вестник хирургической гастроэнтерологии. — 2009. — № 3 — С. 63–69.
5. Дурлештер В.М., Дидигов М.Т. — Анализ результатов и сравнительная оценка лечения декомпенсированного рубцово-язвенного стеноза двенадцатиперстной кишки.

6. Кузин Н.М. Селективная проксимальная ваготомия с дуоденопластикой в лечении дуоденальных стенозов у больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки. Кузин Н.М., Алимов А.Н. // Хирургия. — 1997. — № 4. — С. 38–43.
7. Кузин Н.М. Эффективность хирургического лечения дуоденальной язвы. Кузин Н.М., Крылов Н.Н. // Хирургия. — 1999. — № 1. — С. 17–20.
8. Кульчиев А.А., Морозов А.А., Тедеев С.У., Галачиев С.М., Дзбоев Д.М. Хирургическое лечение рубцово-язвенного теноза пилородуоденального канала // Вестник хирургической гастроэнтерологии. 2015. № 3–4. С. 62–70.
9. Лобанков В.М. Хирургия язвенной болезни на рубеже XXI века. // Хирургия. — 2005. — № 1. — С. 58–64.
10. Окоемов М.Н. Сравнительная характеристика эффективности операций при язвенном пилородуоденальном стенозе. Окоемов М.Н., Кузин Н.М., Крылов Н.Н. // Хирургия. — 2002. — № 5. — С. 26–29.
11. Оноприев В.И. Дуоденопластика — новый тип дренирующей операции при селективной проксимальной ваготомии у больных со стенозирующими язвами двенадцатиперстной кишки. Оноприев В.И., Замулин Ю.Г., Сиюхов Ш.Т. // Всероссийская научная практическая конференция хирургов. Тезисы докл. Саратов 1980. — С. 239–240
12. Yamaguchi T., Ichikawa D., Kurioka H. et al. Postoperative clinical evaluation following pyloruspreserving gastrectomy // Hepatogastroenterology. — 2004. — Vol. 51, №57. P. 883–886.

---

© Перисаева Элина Акимовна (perisaeva.elinka@yandex.ru); Кульчиев Ахсарбек Агубеевич (kulchiev.ahsarbek@yandex.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ФИБРИЛЛЯЦИЯ ПРЕДСЕРДИЙ У ПАЦИЕНТОВ С АБДОМИНАЛЬНЫМ ОЖИРЕНИЕМ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА-ТЕРАПЕВТА

## ATRIAL FIBRILLATION IN PATIENTS WITH ABDOMINAL OBESITY IN THE PRACTICE OF A THERAPIST

**I. Ryabaya  
P. Tarasova  
R. Filippov  
E. Kirillova  
K. Zhuravlev  
V. Goncharov**

*Summary.* Atrial fibrillation (AF) increases the risk of cardiovascular complications and can lead to disability and death in patients. A possible predictor of the development of AF may be obesity, the prevalence of which has reached global proportions. A study was conducted on 300 people with newly diagnosed AF. The patients were divided into groups: «Abdominal obesity», «Normal waist circumference». It was found that in patients with abdominal obesity, the left atrial end-diastolic dimension and the prevalence of left ventricular hypertrophy were higher than in patients without abdominal obesity both at the beginning of the study and after 1 year of follow-up. The rate of recurrence of AF is significantly higher in patients with abdominal obesity than in patients with normal waist circumference. The concentration of leptin hormone in adipose tissue was studied in patients with repeated paroxysms of AF and in the group of patients without repeated paroxysms of AF; an increase in the concentration of leptin was noted in the group of patients with repeated paroxysms of AF. In the course of a multivariate analysis, predictors of repeated paroxysms of AF were identified: body mass index, diastolic blood pressure, female gender. Thus, obesity has a negative impact on cardiac remodeling and increases the prevalence of recurrent AF.

*Keywords:* atrial fibrillation, obesity, waist circumference, paroxysms, cardiac structural parameters, leptin.

**Рябая Ирина Николаевна**

Кандидат медицинских наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский  
университет» Минздрава России (Архангельск)  
Soldik24@yandex.ru

**Тарасова Полина Александровна**

Ассистент, ФГБОУ ВО «Северный государственный  
медицинский университет» Минздрава России  
(Архангельск)

**Филиппов Роман Сергеевич**

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский  
университет» Минздрава России (Архангельск)

**Кириллова Елизавета Владимовна**

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский  
университет» Минздрава России (Архангельск)

**Журавлев Кирилл Александрович**

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский  
университет» Минздрава России (Архангельск)

**Гончаров Вячеслав Владимирович**

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский  
университет» Минздрава России (Архангельск)

*Аннотация.* Фибрилляция предсердий (ФП) увеличивает риск сердечно-сосудистых осложнений и способна приводить к инвалидизации и смерти пациентов. Возможным предиктором развития ФП может выступать ожирение, распространенность которого достигла глобальных масштабов. Было проведено исследование с участием 300 человек с впервые диагностированной формой ФП. Пациенты были разделены на группы: «Абдоминальное ожирение», «Нормальный показатель окружности талии». Было установлено, что у пациентов с абдоминальным ожирением показатель конечно-диастолического размера левого предсердия и распространенность гипертрофии левого желудочка выше, чем у пациентов без абдоминального ожирения как в начале исследования, так и через 1 год наблюдения. Частота рецидивирования ФП значительно выше в группе пациентов с абдоминальным ожирением, чем с нормальным показателем окружности талии. Изучалась концентрация лептина-гормона жировой ткани у пациентов с повторными пароксизмами ФП и в группе пациентов без повторных пароксизмов ФП, отмечается увеличение концентрации лептина в группе пациентов с повторными пароксизмами ФП. В ходе многофакторного анализа были выявлены предикторы повторных пароксизмов ФП: индекс массы тела, диастолическое артериальное давление, женский пол. Таким образом, ожирение оказывает негативное влияние на ремоделирование сердца и способствует росту распространенности рецидивов ФП.

*Ключевые слова:* фибрилляция предсердий, ожирение, окружность талии, пароксизмы, структурные показатели сердца, лептин.

## Введение

**Ф**ибрилляция предсердий (ФП) — распространенное нарушение ритма сердца, увеличивающие риск возникновения сердечно-сосудистых осложнений, способных приводить к инвалидизации и смерти пациента. По имеющимся прогнозам, в будущем распространенность ФП будет увеличиваться [1]. Возможным предиктором развития ФП может выступать ожирение, распространенность которого достигла глобальных масштабов. Вместе с избыточным весом на него приходилось 17,9 % всех случаев ФП (ARIC) [2]. На Европейском севере России на примере города Архангельска была изучена распространенность ожирения у пациентов с впервые диагностированной ФП, она составила 44,3 % [3].

Жировая ткань способна вызвать процессы воспаления и формировать очаги фиброза в миокарде. Кроме того, жировая ткань продуцирует биологически активные вещества-адипокины, способствующие ремоделированию сердца, что в свою очередь может приводить к расширению предсердий и возникновению эктопических очагов [4]. С другой стороны, исследование AFFIRM выявило, что смертность у пациентов с ФП и избыточной массой тела или ожирением была ниже, чем у пациентов с нормальной массой тела, данный феномен известен как «парадокс ожирения» [5]. Таким образом, учитывая сложный патофизиологический механизм влияния ожирения на течение ФП, проблема поиска предикторов рецидивирования ФП у данной группы пациентов требует дальнейшего изучения.

## Организация исследования

Выполнено проспективное исследование в период с января 2014 по декабрь 2020 г. В исследование включаются пациенты из 6 ЛПУ г. Архангельска. Количество участников: 300 человек.

В исследование включены пациенты с впервые диагностированной формой ФП, у всех пациентов имеется подтверждающая факт ФП электрокардиограмма (ЭКГ).

Артериальная гипертензия (АГ) наблюдалась у 100% пациентов, включенных в исследование.

*Критерии исключения.* Пациенты младше 18 лет.

Пароксизм ФП зарегистрирован более 1 года до момента начала исследования. Постоянная форма ФП.

Также не включались пациенты, имеющие гемодинамически значимые склеротические и ревматические клапанные пороки сердца, гипертиреоз, синдром WPW.

Всем пациентам выполняются измерение окружности талии (ОТ). Пациенты были поделены на группы: группа с нормальным показателем ОТ, группа с абдоминальным ожирением.

За показатель нормы приняты следующие значения ОТ: менее 94 см для мужчин, менее 80 см для женщин [6].

Пациенты были приглашены для осмотра к терапевту в начале исследования и через 1 год для оценки динамики. Как при включении в исследование, так и при повторном осмотре у пациентов учитывались следующие параметры: показатель окружности талии (ОТ), индекс массы тела (ИМТ), артериальное давление, частота сердечных сокращений (ЧСС), производилась запись ЭКГ и эхокардиографическое исследование (ЭХО-КГ). Учитывались следующие показатели ЭХО-КГ: конечно-диастолический размер левого предсердия (КДР ЛП, мм), конечно-систолический размер левого желудочка (КСР ЛЖ, мм), конечно-диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ, мм), фракция выброса левого желудочка (ФВ, %). Пациентам, включенным в исследование, методом иммуноферментного анализа (ИФА) проведена оценка показателя лептина крови.

При возникновении симптомов, характерных для ФП, проводилась ее регистрация посредством снятия ЭКГ.

Пациенты были обучены контролю пульса на лучевой артерии, контроль проводился пациентами самостоятельно дважды в сутки (утро, вечер) с целью выявления бессимптомных форм ФП, пароксизмы ФП затем регистрировались на ЭКГ.

Всем пациентам проводилось измерение показателя тиреоидных гормонов в крови для исключения патологии щитовидной железы.

## Статистическая обработка результатов исследования

Для статистической обработки данных использовались программы Statistica 10 и SAS JMP 11. Использовались следующие критерии: сравнение двух групп по количественным показателям — непараметрический критерий Манна-Уитни, для бинарных и номинальных показателей статистическая значимость определялась с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона. Количественные показатели представлены в формате « $M \pm S$ », где  $M$  — среднее значение,  $S$  — стандартное отклонение.

Уровень статистической значимости был зафиксирован на уровне вероятности ошибки 0.05. Для выявления предикторов повторных пароксизмов ФП был проведен многофакторный анализ методом множественной логи-

стической регрессии (метод пошагового отбора независимых переменных).

**Полученные результаты**

На основании окружности талии были выделены две группы: «Группа с нормальным показателем ОТ» в количестве 71 человек (мужчины — 43, женщины — 28) и «Группа с абдоминальным ожирением» в количестве 229 человек (мужчины — 71, женщины — 158). По показателю ИМТ пациенты распределились следующим образом: 1 группа — ИМТ до 25 кг/м<sup>2</sup> (нормальная масса тела) — 55 человек (18,3 %), 2 группа — ИМТ 25 ≤ ИМТ < 30 кг/м<sup>2</sup> (избыточная масса тела) — 113 человек (37,7 %), 3 группа — 30 ≤ ИМТ < 35 кг/м<sup>2</sup> (первая степень ожирения) — 87 человек (29 %), 4 группа — ИМТ ≥ 35 кг/м<sup>2</sup> (вторая–третья степень ожирения) — 45 человек (15 %).

Статистический анализ показал, что группы эквиваленты по возрасту. 69,7±10,7 лет— средний возраст в группе пациентов без абдоминального ожирения, 69,2±10,4 лет — в группе пациентов с абдоминальным ожирением.

Проведен анализ показателей систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД), частоты сердечных сокращений (ЧСС). В группе с абдоминальным ожирением средний показатель САД достоверно выше и в среднем составляет 144,6 ± 16,1 мм рт. ст., в группе без ожирения — 139,5 ± 13,1 (p = 0,023). В группе с нормальным показателем ОТ ДАД в среднем составляет 86,2 ± 8,6 мм.рт.ст., в группе с ОТ абдоминальным ожирением — 88,4 ± 11,1 мм рт.ст. (p = 0,120) (табл. 1).

Таблица 1.

Сравнение групп по показателям САД, ДАД, ЧСС

Показатель	Группа с нормальным показателем ОТ	Группа с абдоминальным ожирением	Уровень P
САД	139,5 ± 13,1	144,6 ± 16,1	0,023
ДАД	86,2 ± 8,6	88,4 ± 11,1	0,120
ЧСС	70,4 ± 9,1	72,7 ± 10,8	0,082

Выделенные группы различаются по половому составу (табл. 2): в группе пациентов с абдоминальным ожирением преобладают женщины, в то время как в группе с нормальным показателем ОТ женщины составляют только 39,4 %.

Пациентам выполнялось исследование ЭХО-КГ в начале исследования, полученные результаты демонстрируют различия групп по показателю КДР ЛП (табл. 3). 41,3 ± 5,1 мм — КДР ЛП в группе пациентов, имеющих абдоминальное ожирение, показатель КДР ЛП у пациентов без абдоминального ожирения 38,7 ± 4,7 мм (p = 0,002).

Таблица 2.

Группа с нормальным показателем ОТ и группа с абдоминальным ожирением сравнение по полу

Пол	Группа с нормальным показателем ОТ	Группа с абдоминальным ожирением	Всего	p
Мужской	43 (60,6 %)	71 (31,0 %)	114	<0,001
Женский	28 (39,4 %)	158 (69 %)	186	<0,001

Таблица 3.

Группа с нормальным показателем ОТ и группа с абдоминальным ожирением сравнение по структурным показателям сердечно-сосудистой системы в начале исследования

Показатель	Группа с нормальным показателем ОТ	Группа с абдоминальным ожирением	p
КДР ЛЖ	50,8 ± 7,1	51,5 ± 5,6	0,259
КСР ЛЖ	33,2 ± 7,0	34 ± 5,4	0,167
ФВ, %	62,9 ± 8,8	61,9 ± 7,8	0,379
КДР ЛП	38,7 ± 4,7	41,3 ± 5,1	0,002

Подобная динамика сохранилась и при повторном проведении ЭХО-КГ через 1 год (табл. 4). В группе пациентов, имеющих абдоминальное ожирение показатель КДР ЛП выше, чем в группе с нормальным показателем ОТ (p = 0,003).

Таблица 4.

Группы пациентов с нормальным показателем ОТ и абдоминальным ожирением сравнение по структурным показателям сердечно-сосудистой системы повторная ЭХО-КГ

Показатель	Нормальный показатель ОТ	Абдоминальное ожирение	p
КДР ЛЖ	50,5 ± 6,3	51,5 ± 5,7	0,236
КСР ЛЖ	33,5 ± 6,1	34,0 ± 5,7	0,281
ФВ	61,7 ± 6,9	61,4 ± 7,0	0,369
КДР ЛП	39,3 ± 4,2	41,6 ± 5,1	0,003

Проведено сравнение групп по показателю «наличие гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ)» в начале исследования. Было достоверно установлено, что в группе пациентов с абдоминальным ожирением ГЛЖ встречается чаще — 118 человек (51,5 %), в группе с нормальным показателем ОТ 24 пациента (33,8 %) имели ГЛЖ (p= 0,044).

Через год тенденция сохранилась: у 156 (68,1 %) человек с абдоминальным ожирением зарегистрировала ГЛЖ (p = 0,001), 28 (39,4 %) пациентов в группе с нормальным показателем ОТ имеют ГЛЖ.

В Таблице 5 показана динамика ГЛЖ в группах с нормальным показателем ОТ и абдоминальным ожирением в начале исследования и повторной ЭХО-КГ.

Таблица 5.

Группа с нормальным показателем ОТ и группа с абдоминальным ожирением сравнение по наличию ГЛЖ первичная и повторная ЭХО-КГ

Период	3: Группа ОТ		Всего (%)	p
	Группа с нормальным показателем ОТ	Группа с абдоминальным ожирением		
ГЛЖ начало исследования	24 (33,8 %)	118 (51,5 %)	142 (47,3 %)	0,044
ГЛЖ повторная ЭХО-КГ	28 (39,4 %)	156 (68,1 %)	184 (61,3 %)	0,001

В течение года наблюдения проведен учет количества пароксизмов ФП — 199 (66,3 %) пациентов имели рецидивы ФП, из них у 42 пациента сформировалась постоянная форма ФП.

Было установлено, что распространенность рецидивирования ФП значительно выше в группе пациентов с абдоминальным ожирением: в группе с абдоминальным ожирением — 165 (72 %) человек имеют повторные пароксизмы ФП, в группе с нормальным показателем ОТ ФП рецидивировала в течение 1 года наблюдения у 34 (47,9 %) человек. (p <0,001) (табл. 6).

Таблица 6.

Группа с нормальным показателем ОТ и группа с абдоминальным ожирением сравнение по наличию повторных пароксизмов ФП

Показатель	Группа ОТ		Всего (%)	p
	Группа с нормальным показателем ОТ	Группа с абдоминальным ожирением		
Повторный пароксизм	34 (47,9 %)	165 (72 %)	199	<0,001

У пациентов проводилось исследование концентрации лептина крови методом ИФА. При анализе концентрации лептина в группах, различающихся по показателю ОТ установлено, что в группе с абдоминальным ожирением показатель лептина достоверно выше —  $26,2 \pm 20,0$  нг/мл, в группе с нормальным показателем ОТ —  $9,2 \pm 3,6$  (p <0,001) (табл. 7).

Таблица 7.

Группа с нормальным показателем ОТ и группа с абдоминальным ожирением сравнение по содержанию лептина

Показатель	Группа с нормальным показателем ОТ	Группа с абдоминальным ожирением	p
Лептин, нг/мл	$9,2 \pm 3,6$	$26,2 \pm 20,0$	<0,001

Нами проведено сравнение группы с рецидивами ФП и группы без рецидивов ФП по содержанию лептина. Достоверно установлено, что концентрация данного гормона в группе пациентов с повторными пароксизмами  $27,4 \pm 20,6$  нг/мл значительно превышала концентрацию лептина в крови пациентов без повторных пароксизмов ФП  $17,6 \pm 18,2$  нг/мл. (табл. 8).

Таблица 8.

Лептин (нг/мл) в группах с наличием/отсутствием повторного пароксизма

Показатель	Повторный пароксизм		p
	Нет	Есть	
Лептин, нг/мл	$17,6 \pm 18,2$	$27,4 \pm 20,6$	<0,001

Для выявления предикторов повторных пароксизмов ФП был проведен многофакторный анализ методом множественной логистической регрессии (метод пошагового отбора независимых переменных), учитывались следующие параметры: пол, САД, ДАД, ИМТ, ОТ, возраст, КДР ЛЖ, КСР ЛЖ, ИММ ЛЖ, КДР ЛП, ЧСС. Предикторами развития повторных пароксизмов по результатам анализа выступали следующие факторы: ИМТ, ДАД, женский пол. Женский пол увеличивал шансы рецидивирования ФП в 2,500 раз (ОШ =2,500, 95 % ДИ: 1,303; 4,798), при увеличении ИМТ на 1 кг/м<sup>2</sup> шансы развития повторного пароксизма увеличивались на 17,3 % (ОШ =1,173, 95 % ДИ: 1,070; 1,285), при увеличении ДАД на 1 мм.рт.ст. вероятность рецидива ФП повышалась в 1,034 раза (ОШ=1,034,95 % ДИ: 1,000; 1,068).

### Обсуждение результатов исследования

В проведенном нами исследовании изучались структурные показатели сердечно-сосудистой системы в начале исследования и в динамике через 1 год наблюдения.

Группы пациентов различались по показателю КДР ЛП, который был выше у пациентов с абдоминальным ожирением, как при первичном исследовании ЭХО-КГ, так и через 1 год наблюдения.

Процент пациентов, имеющих ГЛЖ был значительно выше в группе с абдоминальным ожирением как при анализе первичных ЭХО-КГ, так и через 1 год наблюдения.

Полученные результаты согласуются с другими исследованиями и еще раз доказывают, что ожирение и АГ способны оказывать влияние на ремоделирование миокарда-увеличивать полость левого предсердия и способствовать появлению и прогрессированию ГЛЖ [7–11].

При оценке распространенности рецидивирования ФП было достоверно установлено, что процент паци-

ентов с повторными пароксизмами ФП был значительно выше в группе с абдоминальным ожирением (72 %), чем в группе пациентов без абдоминального ожирения (47,9 %) ( $p < 0.001$ ).

Полученные результаты обусловлены, вероятно, тем, что ожирение, провоцируя системное воспаление, фиброз миокарда, накопление в клетках недоокисленных продуктов метаболизма, способствует электрическому и структурному ремоделированию миокарда, что нарушает проведение электрического импульса по предсердиям и приводит к возникновению и рецидивированию ФП [9,10]. Исследование под руководством Онучиной Е.Л. показало, что среди пациентов с метаболическим синдромом, ФП встречается чаще [12]. Результаты исследований, среди которых и исследование LEGACY, также указывают на то, что избыток жировой ткани способен увеличивать частоту пароксизмов, а потеря избыточной жировой массы способна приводить к ремиссии ФП [13].

Одной из задач нашего исследования являлось определение лептина-гормона жировой ткани в крови пациентов, различающихся по показателю ОТ, установлено, что в группе пациентов с абдоминальным ожирением показатель лептина достоверно выше —  $26,2 \pm 20,0$  нг/мл, чем в группе пациентов с нормальным показателем ОТ —  $9,2 \pm 3,6$  ( $p < 0,001$ ).

Полученные нами результаты подтверждаются данными других исследований. В исследовании, выполненном под руководством Дворяшиной И.В. показано, что у пациентов с ожирением показатель лептина выше и концентрации гормона увеличивается прямо пропорционально степени ожирения, данная особенность может быть объяснена теорией лептинорезистентности [14].

В настоящем исследовании мы установили, что среди пациентов с рецидивами ФП концентрация лептина была значительно выше и составляла в среднем  $27,4 \pm 20,6$  нг/мл, чем у пациентов без рецидивов ФП —  $17,6 \pm 18,2$  нг/мл ( $p < 0.001$ ). Вероятно, это связано с профибротическими эффектами лептина, а также способностью жировой ткани запускать воспалительные реакции в миокарде. В ряде исследований обсуждалась роль лептина в возникновении фиброза предсердий, что в свою очередь

может являться причиной развития и прогрессирования ФП [15,16].

В нашем исследовании было установлено, что предикторами повторных пароксизмов ФП являются: женский пол, ИМТ, ДАД. Полученные нами данные о предикторах рецидивирования ФП частично подтверждаются результатами других исследований. При анализе информации, содержащейся в регистрах CARAF, FRACTAL было установлено, что пароксизмы ФП у женщин встречаются чаще, чем у мужчин и значительно снижают качество жизни. Возможно это связано с большей чувствительностью женщин к симптомам аритмии и более частому обращению за медицинской помощью [17,18].

Артериальная гипертензия является известным фактором риска рецидивирования ФП. Высокое артериальное давление способствует ремоделированию миокарда, тем самым провоцируя возникновение и рецидивирование ФП [9].

Значимым предиктором возникновения повторных пароксизмов ФП является ИМТ, при увеличении ИМТ на  $1 \text{ кг/м}^2$  риск повторного пароксизма возрастал на 17,3 %.

### Заключение

Ожирение способствует ремоделированию сердца: увеличению размеров левого предсердия, развитию и прогрессированию ГЛЖ.

Распространенность повторных пароксизмов ФП была существенно выше в группе пациентов с абдоминальным ожирением, чем в группе пациентов, имеющих нормальный показатель ОТ.

Висцеральный жир является гормонально активной тканью, способной продуцировать биологически активные вещества — адипокины, в своем исследовании мы установили повышение содержания лептина в крови пациентов, имеющих повторные пароксизмы ФП.

Предикторами возникновения повторных пароксизмов ФП выступали женский пол, ИМТ и ДАД.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Krijthe B.P., Kunst A., Benjamin E.J. et al. Projections on the number of individuals with atrial fibrillation in the European Union, from 2000 to 2060 // *Eur Heart J*. 2013. Vol. 34. P. 2746–2751.
2. Huxley R.R., Lopez F.L., Folsom A.R. et al. Absolute and attributable risks of atrial fibrillation in relation to optimal and borderline risk factors: the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study // *Circulation*. 2011. Vol. 123. P. 1501–1508.
3. Рябая И.Н. Особенности фибрилляции предсердий у пациентов с ожирением в условиях крайнего севера // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки*. 2022. №9. С. 230–236
4. Тарзиманова А.И. Ожирение и фибрилляция предсердий: механизмы возникновения и современные принципы лечения // *Терапия*. 2022. №7. С. 141–146.

5. Wyse D.G., Waldo A.L., DiMarco J.P. [et al.] Atrial fibrillation follows up investigation of rhythm management (AFFIRM) investigators. A comparison of rate control and rhythm control in patients with atrial fibrillation // *N. Engl. J. Med.* 2002. Vol. 347. No. 23. P. 1825–1833.
6. Дедов И.И., Шестакова М.В., Мельниченко Г.А., Мазурина Н.В., Андреева Е.Н. и др. Междисциплинарные клинические рекомендации «Лечение ожирения и коморбидных заболеваний» // *Ожирение и метаболизм.* 2021. №18(1). С.5–99.
7. Шестакова М.В., Бутрова С.А., Сухарева О.Ю. Метаболический синдром как предвестник развития сахарного диабета 2-го типа и сердечно-сосудистых заболеваний // *Терапевтический архив.* 2007. №10. С. 5–8.
8. Stritzke J., Markus M.R., Duderstadt S. et al. The aging process of the heart: obesity is the main risk factor for left atrial enlargement during aging the MONICA/KORA (monitoring of trends and determinations in cardiovascular disease/ cooperative research in the region of Augsburg) study // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009. Vol. 54. No. 21. P. 1982–1989.
9. Goudis C.A., Korantzopoulos P., Ntalas I.V. et al. Obesity and atrial fibrillation: A comprehensive review of the pathophysiological mechanisms and links // *J Cardiol.* 2015. Vol. 66. №5. P. 361–69.
10. Ogunsua A.A., Shaikh A.A., Ahmed M., McManus D.D. Atrial fibrillation and hypertension: Mechanistic, epidemiologic, and treatment parallels // *Methodist Debaquey Cardiovasc J.* 2015. Vol.11. No. 4. P. 228–234.
11. Goudis C., Korantzopoulos P., Ntalas I. Diabetes mellitus and atrial fibrillation: Pathophysiological mechanisms and potential upstream therapies // *Int J Cardiol.* 2015. № 184. P.617–622.
12. Онучина Е.Л., Соловьев О.В., Онучин С.Г., Мочалова О.В., Кононов С.К. Оценка факторов риска развития фибрилляции предсердий у пациентов с метаболическим синдромом // *Клиническая медицина.* 2012. Т. 90. № 1. С. 72–76.
13. Pathak R.K., Middeldorp M.E., Meredith M. et al. Long-Term Effect of Goal-Directed Weight Management in an Atrial Fibrillation Cohort: A Long-Term Follow-Up Study (LEGACY) // *J Am Coll Cardiol.* 2015. Vol. 65. No. 20. P.2159–2169.
14. Постоева А.В., Дворяшина И.В., Бахтина З.Э., Елисеева И.В. Анализ предикторов гипертрофии левого желудочка у женщин с ожирением различной выраженности // *Ожирение и метаболизм.* 2015. № 12 (4). С. 34–41.
15. Scridon A., Dobreanu D., Chevalier P. et al. Inflammation, a link between obesity and atrial fibrillation // *Inflamm Res.* 2015. Vol. 64. No. 6. P. 383–393.
16. Abe I., Teshima Y., Kondo H. Association of fibrotic remodeling and cytokines/chemokines content in epicardial adipose tissue with atrial myocardial fibrosis in patients with atrial fibrillation // *Heart Rhythm.* 2018. Vol. 15. №11. P. 1717–1727.
17. Andrade J.G., Connolly S.J., Dorian P. et al. Antiarrhythmic use from 1991 to 2007: Insights from the Canadian Registry of Atrial Fibrillation (CARAF I and II) // *Heart Rhythm.* 2010. Vol. 7. P. 1171–1177.
18. Reynolds M.R., Lavelle T., Essebag V. et al. Influence of age, gender, and af recurrence on quality-of-life outcomes in a population of new-onset af patients: the FRACTAL registry // *Am. Heart J.* 2006. Vol. 152. P. 1097–1103.

---

© Рябая Ирина Николаевна (Soldik24@yandex.ru); Тарасова Полина Александровна; Филиппов Роман Сергеевич;  
Кириллова Елизавета Вадимовна; Журавлев Кирилл Александрович; Гончаров Вячеслав Владимирович  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# АКУШЕРСКО-ГИНЕКОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У ЖЕНЩИН С ВАРИКОЗОМ ВЕН МАЛОГО ТАЗА (ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ, ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ ВАРИКОЗНОЙ БОЛЕЗНИ) (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

## EPIDEMIOLOGICAL, ETIOPATHOGENETIC AND DIAGNOSTIC ASPECTS OF HYPERMENSTRUAL SYNDROME IN PELVIC VARICOSE VEINS (LITERATURE REVIEW)

**E. Spiridonova  
A. Bogdasarov  
A. Smolkina  
L. Davidyan**

*Summary.* Varicose veins of the pelvis (VVT) at the present stage of medical development is of great relevance due to the polyethological structure of pathology, in the development of which a large number of factors are important, however, the exact pathogenetic mechanisms of varicose transformation of gonadal veins and intrabasic venous plexuses have not yet been determined. VBVT has a non-specific clinical picture, which makes it difficult to diagnose the disease in a timely manner. Imaging methods are of crucial importance for the detection and differential diagnosis of HBV, among which the leading place is given to ultrasound of the pelvic veins. Invasive techniques (pelvic vein scintigraphy, phlebography with contrast, laparoscopy) are used in unclear cases and with ambiguous results of noninvasive imaging. Laboratory diagnostic methods currently do not have high diagnostic significance in relation to the detection of HBV, but the search for modern and effective methods of diagnosing this disease continues.

*Keywords:* varicose veins of the pelvis, pelvic varicose veins, pelvic venous fullness syndrome.

**Спиридонова Екатерина Сергеевна**

Аспирант, Ульяновский государственный университет  
spiridonovaek2501@icloud.com,

**Богдасаров Азам Юрьевич**

Д.м.н., профессор,

Ульяновский государственный университет  
a.bogdasarov@mail.ru,

**Смолькина Антонина Васильевна**

Д.м.н., профессор,

Ульяновский государственный университет  
smolant1@yandex.ru,

**Давидян Лиана Юрьевна**

Д.м.н., профессор, профессор,

Ульяновский государственный университет  
dliana2009@mail.ru

*Аннотация.* Варикозная болезнь вен таза (ВБВТ) на современном этапе развития медицины имеет большую актуальность в связи с широким распространением заболевания и полиэтиологической структурой патологии. Однако точные патогенетические механизмы варикозной трансформации гонадных вен и внутритазовых венозных сплетений у женщин пока не определены. ВБВТ имеет неспецифичную клиническую картину, что затрудняет своевременную диагностику заболевания. Решающее значение для выявления и дифференциальной диагностики ВБВТ имеют визуализирующие методы, среди которых ведущее место отводится УЗИ вен малого таза. Инвазивные методики (сцинтиграфия тазовых вен, флебография с контрастированием, лапароскопия) используются в неясных случаях и при неоднозначных результатах неинвазивной визуализации. Лабораторные методы диагностики на сегодняшний день не имеют высокой диагностической значимости относительно выявления ВБВТ, однако поиски современных и эффективных методов диагностики этого заболевания продолжают.

*Ключевые слова:* варикозная болезнь вен малого таза, синдром венозного полнокровия таза, хроническая тазовая боль, дисфункция яичников, акушерские осложнения варикозной болезни.

В соответствии с Российскими клиническими рекомендациями по диагностике и лечению хронических заболеваний вен (2018) варикозная болезнь вен таза (ВБВТ) определяется как заболевание, которое проявляется расширением и недостаточностью клапанов яичниковых вен и внутритазовых венозных сплетений. ВБВТ в последние годы достаточно часто сочетается с нарушениями менструальной функции в виде длительных, обильных или ациклических кровотечений, с бесплодием и хронической тазовой болью у женщин [1].

Точная распространенность ВБВТ неизвестна из-за отсутствия четких диагностических критериев заболевания, что затрудняет оценку статистических данных. Известно, что ВБВТ встречается у женщин любого возраста. По данным разных авторов, варикозная трансформация вен таза диагностируется примерно у 25–30 % женщин репродуктивного возраста и наиболее часто отмечается после беременности [2]. С другой стороны, в литературе имеются сведения, что распространенность ВБВТ у пациенток в возрасте до 17 лет составляет 19,4 %, а в период перименопаузы возрастает до 80 % [3].

До настоящего времени считалось, что основной контингент пациенток с ВБВТ составляют повторнородящие женщины в период менопаузы [4]. Однако в последние годы появились спорадические данные о наличии ВБВТ у женщин в постменопаузе. К примеру, в недавней публикации Bartl T. et al. (2021) описан клинический случай женщины 69 лет с впервые диагностированной ВБВТ [5]. В другой работе [6] представлен клинический случай 53-летней женщины в постменопаузе с синдромом тазового венозного застоя. Согласно современным представлениям, ВБВТ представляет собой многофакторное заболевание, в развитии которого имеют значение аплазия или недостаточность венозных клапанов, венозная обструкция, беременность и роды, гормональные изменения, которые способствуют нарушению состояния сосудистой стенки [7].

Выделяют первичную и вторичную ВБВТ. Первичная ВБВТ встречается в 65–70 % случаев, возникает из-за отсутствия венозных клапанов или их несостоятельности и может быть врожденной либо приобретенной [8]. По данным анатомических исследований, клапаны отсутствуют в 15 % случаев в левых и в 6 % случаев в правых яичниковых венах при несостоятельности клапанов соответственно в 41 % в левых и в 46 % правых яичниковых вен. Вторичная недостаточность тазовых вен составляет около 15–30 % случаев и развивается вследствие внешней компрессии вен, вызывающей обструкцию венозного оттока. Несмотря на этиологические различия, оба типа ВБВТ характеризуются увеличением объема тазовых вен в сочетании с характерной тазовой болью, которая имеет тенденцию усиливаться к концу дня или после длительного стояния вследствие увеличения ортостатического давления [9].

Считается, что в патогенезе ВБВТ имеет значение высвобождение факторов, опосредующих боль и воспаление, таких как брадикинин или вещество P, а также механическое сдавление локальных структур, в частности, нервов [10].

Представляет интерес исследование Ахметзянова Р.В. и соавт. (2020), которые изучили структурно-функциональные изменения стенки яичниковой вены у женщин при наличии ВБВТ [11]. Оказалось, что на ранних стадиях заболевания в венозной стенке развиваются компенсаторные изменения в виде уплотнения и гипертрофии всех слоев — гипертрофический тип поражения. Затем, по мере прогрессирования заболевания, происходят фиброзные изменения, а в декомпенсированной стадии преобладают склеротические процессы (атрофический тип поражения). При этом выраженность поражения яичниковых вен коррелирует с длительностью ВБВТ, количеством факторов риска и беременностей, а также ранним наступлением менархе.

Большинство исследователей сходятся во мнении, что беременность, в том числе, внематочная, является важнейшим фактором риска формирования варикозной трансформации венозной сети таза. Например, в исследовании Шарипова Г. Н. и соавт. (2019) среди 188 женщин с трубной внематочной беременностью ВБВТ была диагностирована практически в половине случаев (48,9 %) [12].

Вследствие физиологических изменений во время беременности у женщин происходит увеличение сосудистой емкости тазовых вен в 60 раз по сравнению с нормой. В результате увеличивается диаметр вен и, поскольку мышечный слой стенки вен менее развит по сравнению с артериями, то в послеродовом периоде может не произойти уменьшения диаметра вен до нормального состояния [13]. Подобные изменения венозной стенки способствуют ретроградному току крови и несостоятельности клапанов вен. Кроме того, повышение внутриполостного давления во время родов у женщин с ВБВТ повышает риск кровотечений из варикозно-расширенных вен таза и, таким образом, увеличивает риск материнской смертности [14].

Изменение уровня циркулирующих эстрогенов и прогестерона также оказывает влияние на мышечную стенку сосудов, вызывая расслабление гладкой мускулатуры и облегчая экстравазальную компрессию [15]. Однако, гормональная перестройка, повышающая вероятность развития ВБВТ, может быть связана не только с беременностью и родами. Такие факторы, как период полового созревания, менопауза, нарушение менструального цикла, гормонозависимая терапия и контрацепция также сопровождаются изменением уровня гормонов [16]. Роль гормональных влияний в формировании ВБВТ подтверждают данные о цикличности симптомов заболевания в соответствии с фазами овариально-менструального цикла. У большинства пациенток в менопаузе симптомы усиливаются во время менструаций, в то время как у женщин после менопаузы ВБВТ отмечается крайне редко [17].

К гинекологическим патологиям, которые могут спровоцировать ВБВТ, относят хронические воспалительные заболевания придатков матки, эндометриоз, спаечные процессы после хирургических вмешательств и перенесенных инфекционных заболеваний репродуктивной сферы, опухоли матки и яичников [18].

На сегодняшний день имеются данные о генетических предпосылках для развития заболевания. Считается, что генетический компонент имеет место у 50 % пациенток с ВБВТ. Выявлена связь между развитием ВБВТ и мутациями генов TIE2, NOTCH3, а также наличием гена FOXC2. В пилотном исследовании по типу случай-контроль, выполненном Серяпиной Ю.В. и соавт. (2018),

в качестве молекулярно-генетических предикторов развития ВБВТ предлагаются полиморфные варианты генов матричных металлопротеиназ-3 (MMP-3) и фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) [19]. Генетические дефекты способствуют структурным изменениям венозных клапанов или венозной стенки, что в итоге приводит к несостоятельности клапанов, прогрессирующему рефлюксу и развитию варикозного расширения вен.

Важную роль в развитии заболевания может играть дисплазия соединительной ткани, которая обуславливает врожденную слабость сосудистой стенки и недостаточность клапанного аппарата вен в связи с дефектом коллагеновых волокон. При наследственных вариантах дисплазии, например, синдромах Марфана и Элерса-Данлоса, ВБВТ часто сочетается с варикозным расширением вен нижних конечностей и проявляется уже в подростковом возрасте. Кроме того, выявлена отчетливая связь нарушений менструального цикла с врожденной неполноценностью соединительной ткани [20].

По некоторым данным, определенный вклад в развитие и прогрессирование ВБВТ вносит дисбаланс в системе перекисное окисление липидов-антиоксидантная защита. На начальных стадиях заболевания наблюдается компенсаторное увеличение активности антиоксидантных ферментов, в частности супероксиддисмутазы и каталазы, а на поздних стадиях ВБВТ активность большинства факторов антиоксидантной защиты снижается.

Некоторые анатомические особенности венозной сосудистой сети таза способствуют возникновению ВБВТ. Известно, что венозный отток из малого таза осуществляется следующим образом: правая яичниковая вена впадает в нижнюю полую вену, а левая яичниковая вена — в левую почечную вену. Важное значение имеет величина угла между аортой и верхней брыжеечной артерией, где проходит левая почечная вена. В норме величина данного угла составляет около 90°. При его уменьшении развивается аорто-мезентериальная компрессия почечной вены, что может приводить к тромбозу внутритазовых венозных сплетений и яичниковых вен. Описанные патологические изменения характерны для синдрома щелкунчика (nutcracker syndrome). Анатомической основой синдрома щелкунчика является внешнее сдавление левой почечной вены верхней брыжеечной артерией спереди и аортой сзади, что приводит к застою в почечных сосудах и служит одной из причин вторичной ВБВТ [21].

Еще одним примером внешней венозной компрессии является синдром Мея-Тернера — сдавление левой общей подвздошной вены правой общей подвздошной артерией, что также является возможной причиной варикозной трансформации вен таза [22].

Причиной венозного тазового полнокровия может быть регионарная перегрузка венозной сети, связанная с тромбозом левой почечной вены, тромбозом опухоли в нижней полой вене, циррозом печени, врожденными пороками развития артериовенозных и венозных каналов [23].

В исследованиях последних лет показано, что определенное значение в развитии ВБВТ имеют конституциональные характеристики женщины и особенности акушерского анамнеза. Например, в исследовании, проведенном в США Gibson K. et al. (2017), женщины с ВБВТ по сравнению с женщинами без нее были моложе ( $44,6 \pm 8,6$  лет против  $52,6 \pm 12,9$  года, соответственно,  $p < 0,001$ ), имели более низкий индекс массы тела ( $21,9 \pm 2,8$  кг/м<sup>2</sup> против  $25,8 \pm 6,2$  кг/м<sup>2</sup>, соответственно,  $p < 0,001$ ) и у них рождались более крупные дети, чем в среднем в популяции ( $3656 \pm 450$  г против  $3389 \pm 466$  г, соответственно,  $p < 0,001$ ) [24].

Интересно, что схожие результаты в отношении индекса массы тела были получены и в исследовании других авторов. Так, Nanavati R. et al. (2018) выявили, что женщины с ВБВТ имеют значительно более низкий индекс массы тела по сравнению с женщинами, имеющими варикозное расширение вен нижних конечностей, которые в большинстве случаев имели избыточный вес или ожирение —  $24,1 \pm 5,6$  кг/м<sup>2</sup> против  $26,7 \pm 5,4$  кг/м<sup>2</sup>, соответственно ( $p = 0,036$ ) [25]. Кроме того, низкий индекс массы тела ассоциирован с возникновением синдрома щелкунчика, поскольку аорто-мезентериальный угол у пациенток с пониженной массой тела острый, а аорто-мезентериальное расстояние — короткое [26].

Классические клинические проявления ВБВТ представлены тазовой болью, вульварным варикозом и дисменореей. Наиболее типичной жалобой женщин с ВБВТ является хроническая тазовая боль, которая определяется как тазовая боль, постоянная или рецидивирующая в течение как минимум 6 месяцев. Хроническая тазовая боль проявляется циклической или нециклической болью в тазовой области с иррадиацией в пояснично-крестцовую и паховую область, усиливающейся ближе к началу менструации, а также болью во время полового акта, при длительном стоянии, сидении, физической нагрузке, при этом характерно уменьшение боли в положении лежа и с приподнятыми вверх ногами [27].

Распространенность хронической тазовой боли по данным разных авторов составляет 5,7–26,6 %. Следует отметить, что ВБВТ представляет собой недостаточно диагностированную причину хронической тазовой боли.

У женщин с ВБВТ возможны дизурические нарушения в виде учащенного мочеиспускания, часто возни-

кающие на фоне усиления болей. Дизурию связывают с полнокровием венозного сплетения мочевого пузыря. При синдроме мезоаортальной компрессии левой почечной вены возможна гематурия.

Нарушение менструальной функции проявляется расстройством ритма и продолжительности менструаций, которые чаще всего становятся нерегулярными и длительными с большим количеством выделений. По данным литературы, дисменорея развивается в среднем у 22,5 % женщин с ВБВТ [28].

В этой связи интересно отметить, что «синдром щелкунчика» как причина ВБВТ наиболее часто проявляется хронической тазовой болью и дисменореей, при этом метроррагия и меноррагия возникают редко. Однако, Sugiyama K. et al. (2021) описали клинический случай женщины 45 лет с пониженной массой тела, ВБВТ и синдромом Марфана, сопровождающихся тяжелой меноррагией.

Примерно в 6 % случаев ВБВТ ассоциирована с акушерско-гинекологическими осложнениями, такими как бесплодие и невынашивание беременности, а также вторичная дисфункция яичников. Вероятно, наличие патологии беременности в этом случае можно объяснить эпителиальной дисфункцией венозных стенок сосудов матки и яичников на фоне длительной ВБВТ.

В настоящее время в медицине с целью объективизации субъективных симптомов широко применяются различные шкалы и опросники. Ахметзянов Р.В. (2019) предлагают с этой целью у женщин с ВБВТ использовать специализированную шкалу клинической оценки тяжести заболевания пациентки с варикозной болезнью таза — Pelvic Venous Clinical Severity Score (PVCSS) [29]. Шкала включает 10 объективных и субъективных признаков заболевания и предполагает балльную оценку степени выраженности каждого симптома с последующим подсчетом суммарного балла. По мнению авторов, клиническая шкала PVCSS позволяет оценить клиническую симптоматику заболевания в динамике, проанализировать эффективность проводимого лечения, а также может быть использована при проведении многоцентровых исследований для стандартизации полученных данных.

В то же время, следует учитывать, что ВБВТ может протекать бессимптомно («немая» ВБВТ), когда у женщины определяется значительное расширение гонадных вен и тазовых венозных сплетений по данным визуализирующих методик, однако клинической симптоматики не отмечается. В этом случае нередко ВБВТ является случайной находкой при обследовании по поводу других причин.

Необходимо отметить, что вышеописанные жалобы не являются патогномоничными для ВБВТ, часто встречаются при различных заболеваниях гинекологической, урологической, неврологической и психоэмоциональной сфер. Поэтому диагноз ВБВТ устанавливается на основании визуализации после исключения других причин тазовых болей. По некоторым данным, только у 2,4–10,2 % женщин диагноз ВБВТ устанавливается на основании клинической картины [30].

Что касается диагностики ВБВТ, то при объективном осмотре можно обнаружить варикозное расширение вен вульвы, промежности, ягодиц, лобковой зоны или паховой области, а также болезненность при пальпации гипогастриальной области, левой или правой подвздошных областей. При проведении бимануального влагалищно-абдоминального исследования и осмотра с помощью зеркал заподозрить ВБВТ позволяют такие признаки, как наличие тяжей и узелков вен при пальпации по внутренним стенкам таза, увеличенная, мягкой консистенции матка, гипертрофия и цианоз шейки матки и влагалища.

Ультразвуковое сканирование вен таза, как не инвазивный и общедоступный метод, является первоочередным при синдроме тазового застоя и рекомендуется всем больным с подозрением на ВБВТ. Исследование выполняется трансабдоминально и трансвагинально с проведением пробы Вальсальвы, в В-режиме, цветовом доплеровском кодировании и импульсивном режиме. Согласно литературным данным, при использовании дуплексного датчика точность УЗИ сосудов малого таза достигает 95 % [31].

Мультиспиральная компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) тазовых вен позволяют уточнить анатомо-топографические детали венозной сети таза, а также выявить сопутствующую патологию мягких тканей таза. Как правило, данные методы выполняются пациенткам с уже верифицированной по данным УЗИ ВБВТ перед оперативным вмешательством на гонадных венах или при наличии рецидива тазовых болей после оперативного лечения [32]. Чувствительность и специфичность данных методов визуализации составляет 91,7 и 88,9 % соответственно.

Флебографические контрастные исследования (реофлебография, селективная овариография и тазовая флебография) показаны при выявлении мезоаортальной компрессии левой почечной вены по данным КТ, поскольку позволяют измерить градиент давления между нижней поллой веной и левой почечной веной, превышение которого более 5 мм рт.ст. является показателем гемодинамически значимого стеноза левой почечной вены. Определение градиента давления — ключевой аспект диагностики, так как его значение определяет

разную лечебную тактику при ВБВТ. Таким образом, флебографические контрастные исследования необходимы при определении показаний к хирургическому вмешательству на почечной вене или гонадо-подвздошному шунтированию и выполняются в случае неуверенности или неясности данных неинвазивных методов визуализации [33].

Селективная катетерная овариография на сегодняшний день признана золотым стандартом диагностики ВБВТ, так как является максимально информативным диагностическим методом, особенно при наличии клапанной венозной недостаточности. Метод заключается в контрастировании гонадных вен после их селективной катетеризации.

На сегодняшний день селективную овариографию используют в лечебных целях при эмболизации яичниковых вен.

При невозможности установить диагноз и провести его дифференциацию после использования всех вышеперечисленных диагностических методов проводят лапароскопию. Применение лапароскопии обосновано при подозрении на мультифокальный характер болей. При этом варикозное расширение вен малого таза является по ходу круглой связки в виде обширных конгломератов синюшной окраски с истонченной и напряженной стенкой [34].

В ряде исследований продемонстрирована более высокая чувствительность лапароскопии в отношении выявления причин хронической тазовой боли, в том числе ВБВТ, по сравнению с клиническими и визуализирующими исследованиями.

Лабораторная диагностика ВБВТ малоинформативна и значимого диагностического значения не имеет. Специфических лабораторных маркеров ВБВТ не существует. Среди биохимических показателей следует отметить

возможность изучения маркеров дисфункции соединительной ткани и деструкции коллагена, обнаружение которых совместно с другими признаками может свидетельствовать в пользу ВБВТ [35].

При наличии у женщины с ВБВТ гиперменструального синдрома с целью уточнения его этиологии проводят дополнительные исследования, которые, помимо УЗИ, включают биопсию эндометрия и гистероскопию. Вопросы классификации ВБВТ до настоящего времени до конца не решены, однако согласно современным клиническим рекомендациям, следует использовать классификацию SEAP, которая учитывает клинический статус пациента (С), этиологию заболевания (Е), анатомическую локализацию патологического процесса (А) и патофизиологический особенности изменений флебогемодинамики (Р) [36].

#### Выводы

Учитывая вышеизложенное, отметим, что точные патогенетические механизмы варикозной трансформации гонадных вен и внутритазовых венозных сплетений пока не определены. Решающее значение для выявления и дифференциальной диагностики ВБВТ имеют визуализирующие методы, среди которых ведущее место отводится УЗИ вен таза. Для уточнения анатомо-топографических деталей патологического процесса и проведения дифференциальной диагностики в настоящее время широко используются МРТ и КТ, которые обладают высокой чувствительностью и специфичностью. Инвазивные методики (сцинтиграфия тазовых вен, флебография с контрастированием, лапароскопия) используются в неясных случаях и при неоднозначных результатах неинвазивной визуализации. Лабораторные методы не имеют диагностической значимости относительно выявления ВБВТ, однако поиски современных и эффективных методов диагностики этого заболевания продолжают.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Liu, J. The Effect of a Subsequent Pregnancy After Ovarian Vein Embolization in Patients with Infertility Caused by Pelvic Congestion Syndrome / J. Liu, L. Han, X. Han // *Acad Radiol.* — 2019. — Vol.26. — №10. — P.1373–1377
2. O'Brien, M.T. Diagnosis and treatment of the pelvic congestion syndrome / M.T. O'Brien, D.L. Gillespie // *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* — 2015. — Vol.3. — №1. — P.96–106.
3. Сулима, А.Н. Синдром тазовой конгестии и проблемы репродукции: междисциплинарный подход / А.Н. Сулима, О.Б. Жуков, А.Н. Рыбалка // *Андрология и генитальная хирургия.* — 2020. — Т.21. — №4. — С.31–39.
4. Brown, C.L. Pelvic congestion syndrome: systematic review of treatment success / C.L. Brown, M. Rizer, R. Alexander, E.E. Sharpe 3rd, P.J. Rochon // *Semin Interv Radiol.* — 2018. — Vol.35. — №1. — P.35–40.
5. Bartl, T. Pelvic congestion syndrome (PCS) as a pathology of postmenopausal women: a case report with literature review / T. Bartl, F. Wolf, C. Dadak // *BMC Womens Health.* — 2021. — Vol.21. — №1. — P.181.
6. Potla, N. Pelvic Congestion Syndrome in a Postmenopausal Female / N. Potla, S.C. Veluri, T.S. Stead, J. Dubey, L. Ganti // *Cureus.* — 2021. — Vol.13. — №8. — e17444.
7. Dabbs, E. Suprapubic varicose vein formation during pregnancy following pre-pregnancy pelvic vein embolisation with coils, without any residual pelvic venous reflux or obstruction / E. Dabbs, J.L. Nemchand, M.S. Whiteley // *SAGE Open Med Case Rep.* — 2017. — Vol.5. — P.2050313X17724712.

8. Ahmed, O. Endovascular stent placement for May–Thurner syndrome in the absence of acute deep vein thrombosis / O. Ahmed, J. Ng, M. Patel // J. Vasc. Interv. Radiol. — 2016. — Vol. 27 (2). — P.167–173
9. Oklu, R. Pathogenesis of varicose veins / R. Oklu, R. Habito, M. Mayr, A.R. Deipolyi, H. Albadawi, R. Hesketh, T.G. Walker, K.R. Linskey, C.A. Long, S. Wicky, J. Stoughton, M.T. Watkins // J Vasc Interv Radiol. — 2012. — Vol. 23. — №1. — P. 33–39
10. Гаврилов, С.Г. Нейробиологические аспекты венозной тазовой боли / С.Г. Гаврилов, Г.Ю. Васильева, И.М. Васильев, О.И. Ефремова, А.С. Гришенкова // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. — 2019. — Т.119. — №11. — С.74–79.
11. Ахметзянов, Р.В. Гистологические изменения стенки яичниковой вены при варикозной болезни таза / Р.В. Ахметзянов, Р.А. Бредихин, Е.Е. Фомина, Е.Ф. Ковалова // Флебология. — 2020. — Т. 14. — №3. — С.166–174.
12. Шарипов, Г.Н. Варикозная болезнь вен малого таза, поликистоз яичников и другая сопутствующая патология у женщин с трубной беременностью / Г.Н. Шарипов, М.М. Исмоилов, А.Х. Шаймонов, М.С. Саидов, Э.Х. Исмоилов // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. — 2019. — Т. 18. — №. 1. — С.99–102.
13. Курбонова, Н.Н. Варикозная болезнь вен малого таза — проблема на стыке гинекологии и сосудистой хирургии / Н.Н. Курбонова, Д.Д. Султанов, Р.М. Ятимова // Здравоохранение Таджикистана. — 2018. — №2. — С.68–75.
14. Носенко, Н.С. Особенности изменений венозной системы нижних конечностей у беременных (обзор) / Н.С. Носенко, Е.М. Носенко, Н.В. Храмченко // Кремлевская медицина. Клинический вестник. — 2017. — №1. — С.128–134.
15. Krüger-Genge, A. Vascular Endothelial Cell Biology: An Update / A. Krüger-Genge, A. Blocki, R.P. Franke, F. Jung // Int J Mol Sci. — 2019. — Vol.20. — №18. — P.4411.
16. Durham, J.D. Pelvic congestion syndrome / J.D. Durham, L. Machan // Semin Intervent Radiol. — 2013. — Vol. 30. — №4. — P. 372–380.
17. Gibson, K. Clinical presentation of women with pelvic source varicose veins in the perineum as a first step in the development of a disease-specific patient assessment tool / K. Gibson, R. Minjarez, B. Ferris, M. Neradilek, M. Wise, J. Stoughton, M. Meissner // J Vasc Surg Venous Lymphat Disord. — 2017. — Vol.5. — №4. — P.493–499.
18. Шоста, А.В. Варикозная болезнь и хроническая венозная недостаточность в практике гинеколога / А.В. Шоста // Медицинские новости. — 2012. — № 10. — С.29–32.
19. Серяпина, Ю.В. Генетические предикторы варикозной болезни малого таза: пилотное исследование / Ю.В. Серяпина, К.С. Севостьянова, А.А. Тулупов, В.В. Морозов, А.И. Шевела // Флебология. — 2018. — Т.12. — №1. — С.25–29.
20. Морозова, Т.И. Проявление мезенхимальной дисплазии соединительной ткани у женщин с менструальной дисфункцией / Т.И. Морозова, И.Г. Перегудова // Бюллетень медицинской науки. — 2019. — №4(16). — С. 26–28.
21. Kolber, M.K. Nutcracker syndrome: diagnosis and therapy / M.K. Kolber, Z. Cui, C.K. Chen, P. Habibollahi, S.P. Kalva // Cardiovasc Diagn Ther. — 2021. — Vol.11. — №5. — P.1140–1149.
22. Гительзон, Д.Г. Синдром Мэя–Тернера: современные методы диагностики и лечения / Д.Г. Гительзон, А.Г. Файбушевич, Д.А. Максимкин, Г.И. Веретник, В.Ю. Баранович, Е.А. Гительзон, М.Н. Астахов, М.П. Извеков, А.Э. Васильев, К.И. Данишян // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. — 2021. — Т.10. — №1. — С. 89–96.
23. Winer, A.G. Secondary pelvic congestion syndrome: description and radiographic diagnosis / A.G. Winer, N.H. Chakiryan, R.P. Mooney, D. Verges, M. Ghanaat, A. Allaei, L. Robinson, H. Zinn, E.K. Lang // Can J Urol. — 2014. — Vol.21. — №4. — P.7365–7368.
24. Gibson, K. Clinical presentation of women with pelvic source varicose veins in the perineum as a first step in the development of a disease-specific patient assessment tool / K. Gibson, R. Minjarez, B. Ferris, M. Neradilek, M. Wise, J. Stoughton, M. Meissner // J Vasc Surg Venous Lymphat Disord. — 2017. — Vol.5. — №4. — P.493–499.
25. Nanavati, R. Correlation between pelvic congestion syndrome and body mass index / R. Nanavati, P. Jasinski, D. Adrahtas, A. Gasparis, N. Labropoulos // J Vasc Surg. — 2018. — Vol.67. — №2. — P.536–541
26. Orczyk, K. The nutcracker syndrome. Morphology and clinical aspects of the important vascular variations: a systematic study of 112 cases / K. Orczyk, P. Łabetowicz, S. Łodziński, L. Stefańczyk, M. Topol, M. Polgaj // Int Angiol. — 2016. — Vol.35. — №1. — P.71–77.
27. Мишулина, Н.К. Современные представления о варикозной болезни вен таза в структуре синдрома хронических тазовых болей: диагностика и лечение (обзор) / Н.К. Мишулина, Д.И. Ахметова // Вестник современной клинической медицины. — 2020. — Т. 13. — Вып. 2. — С.62–69.
28. Гаврилов, С.Г. Варикозная болезнь таза / С.Г. Гаврилов, А.И. Кириенко. — М.: Планида ТМ, 2015. — 104 с.
29. Ахметзянов, Р.В. Методология клинической оценки тяжести варикозной болезни таза / Р.В. Ахметзянов // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. — 2019. — №4(40). — С.65–72.
30. Везергова, С.В. Диагностика и лечение тазового конгестивного синдрома у женщин с применением методов интервенционной радиологии / С.В. Везергова, Е.Б. Троиц // Казанский медицинский журнал. — 2017. — №4. — С.526–530.
31. Malgor, R.D. The role of duplex ultrasound in the work up of pelvic congestion syndrome / R.D. Malgor // Journal of Vascular Surgery. — 2014. — Vol.1. — P.34–38
32. Topper, S.R. Imaging of Pelvic Venous Disorders (PeVD); Should Every Patient Get an MRI? / S.R. Topper, R.S. Winokur // Tech Vasc Interv Radiol. — 2021. — Vol.24. — №1. — P.100731.
33. Basile, A. Pelvic Congestion Syndrome / A. Basile, G. Failla, C. Gozzo // Semin Ultrasound CT MR. — 2021. — Vol.42. — №1. — P.3–12.
34. Arnaoutoglou, C. Advances of Laparoscopy for the Diagnosis of Pelvic Congestion Syndrome / C. Arnaoutoglou, R.S. Variawa, P. Zarogoulidis, A. Ioannidis, N. Machairiotis // Medicina (Kaunas). — 2021. — Vol.57. — №10. — P.1041.
35. Григорьев, Е.Г. Хроническая тазовая боль у женщин / Е.Г. Григорьев, Д.В. Лебедева, С.Е. Григорьев // Бюллетень сибирской медицины. — 2020. — Т.19. — №3. — С.120–127
36. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению хронических заболеваний вен. — Флебология. — 2018. — №3. — С.146–240.

# ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ УРОВНЕМ МАГНИЯ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ НА ФОНЕ НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ДИСПЛАЗИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

THE RELATIONSHIP BETWEEN MAGNESIUM LEVELS AND STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PARAMETERS OF THE HEART IN PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME ON THE BACKGROUND OF UNDIFFERENTIATED CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA

**O. Sultanova**  
**E. Chernysheva**  
**B. Kuzmichev**  
**R. Khupieva**  
**I. Kotelnikova**

*Summary.* Cardiovascular diseases (CVD) continue to occupy a leading position in the structure of morbidity and mortality. The problem is global, causing significant damage to the health of the population and the socio-economic development of the Russian Federation as a whole. In economically developed countries, CVD is diagnosed on average in 230-250 cases per 1000 population. According to the data for 2021, the share of mortality in Russia from cardiovascular pathology is 44% of the total mortality.

There is no doubt about the relationship between the widespread prevalence of CVD and congenital pathology, which includes the syndrome of undifferentiated connective tissue dysplasia (UCTD) [4]. The results of studies of changes in the morphofunctional state of platelets in patients with acute coronary syndrome (ACS) on the background of UCTD, which led to stimulation of thrombocytopoiesis and a tendency to thrombosis, are presented [5]. Thus, UCTD is the background for the appearance and progression of pathology of the heart and blood vessels.

*Keywords:* acute coronary syndrome, undifferentiated connective tissue dysplasia, magnesium level, structural and functional parameters of the heart.

**Султанова Оксана Эседуллаевна**

Ассистент, «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства  
Здравоохранения Российской Федерации  
oksanka.sultanova@mail.ru

**Чернышева Елена Николаевна**

Доктор медицинских наук, «Астраханский государственный медицинский университет»  
Министерства Здравоохранения Российской Федерации  
lena.chernysheva@inbox.ru

**Кузьмичев Богдан Юрьевич**

Кандидат медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет»  
Министерства Здравоохранения Российской Федерации  
bog13@list.ru

**Хупиева Рукият Абу Хасановна**

Аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства Здравоохранения  
Российской Федерации  
vrash-hupieva@mail.ru

**Котельникова Ирина Константиновна**

Ассистент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства Здравоохранения  
Российской Федерации  
ira.kotelnikovaps0.65@mail.ru

*Аннотация.* Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) продолжают занимать лидирующую позицию в структуре заболеваемости и летальности. Проблема глобальна, наносит существенный ущерб здоровью населения и социально-экономическому развитию Российской Федерации, в целом. В экономически развитых странах ССЗ в среднем диагностированы в 230–250 случаях на 1000 населения. По данным за 2021 год доля смертности в России от сердечно-сосудистой патологии составляет 44 % от общей смертности [3]. Не вызывает сомнений факт взаимосвязи широкой распространённости ССЗ с врожденной патологией, к которой относят синдром недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) [4]. Представлены результаты исследований изменения морфофункционального состояния тромбоцитов у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС) на фоне НДСТ, что приводило к стимуляции тромбоцитопоза и склонности к тромбообразованию [5]. Таким образом, НДСТ является фоном для появления и прогрессирования патологии сердца и сосудов.



### Актуальность

Учитывая широкую распространенность НДСТ и ОКС, а также тот факт, что оба эти состояния приводят к гипомagneмии, отсутствие научных работ по изучению взаимосвязи между уровнем магния (Mg) и показателями ЭХО — КГ послужило основой для проведения данного исследования.

Цель исследования: изучение и анализ взаимосвязи между уровнем магния и структурно-функциональными параметрами сердца (ЭХО — КГ) у пациентов с острым коронарным синдромом на фоне недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ).

### Материалы и методы

Клинические данные проведенного исследования были получены в ПСО ГКБ №3 имени С.М. Кирова в 2019–2022 гг. Пациентами были подписаны и предоставлены добровольные информированные согласия об участии в исследовании. Всего был обследован 358 пациент (возраст от 35 до 65 лет). Для постановки диагноза инфаркта миокарда (ИМ) и нестабильной стенокардии (НС) использовались национальные рекомендации РКО [8, 9].

В основную группу вошли 156 пациентов с ОКС на фоне НДСТ. Группу сравнения составили 202 пациентов с ОКС без НДСТ. Группу контроля представлена 50 соматически здоровыми лицами. Все пациенты были сопоставимы по возрасту и полу.

Определение уровня Mg в плазме крови проводилось по стандартной методике, указанной в наборе для определения Mg «Симко» с проведением исследования на сертифицированном оборудовании с использованием сертифицированных тест-систем и расходных материалов.

Диагностика НДСТ проводилась на основании клинических рекомендаций [10]: клиническая часть — анкетирование по Елыкомову В.А. и Копылову А.Н. (обнаружение 6 и более стигм дисэмбриогенеза) [11]; лабораторная часть — проводилось определение уровня

Неоспоримым фактом является то, что у пациентов с НДСТ очень часто определяют низкий уровень магния в крови, при этом замедляется синтез и происходит стимуляция деградации всех соединительнотканых структур, включая сердце и сосуды [6]. Кроме этого, при развитии ОКС, необходимость в магнии увеличивается за счет активности ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и, как следствие, активации симпатической нервной системы [7].

*Ключевые слова:* острый коронарный синдром, недифференцированная дисплазия соединительной ткани, уровень магния, структурно-функциональные параметры сердца.

антител человека к коллагенам II и III типа методом ИФА (оксипролин) с помощью коммерческой тест системы (каталожный номер SEA808Ge фирмы «Иммунотэкс», г. Ставрополь, Ставропольский край), согласно прилагаемой к ней инструкции.

Для проведения ЭХО КГ сердца применялся сканер на аппарате фирмы «Toshiba» (Япония), с электронным секторальным датчиком с частотой 3,0 МГц в одномерном (М), двухмерном (В) режимах и в режиме доплер-эхокардиографии (с использованием импульсного и постоянно волнового спектрального доплера, а также цветного доплеровского картирования кровотока). Обследование пациентов проводили по стандартной методике из парастернального (по длинной и короткой осям) и апикального доступов. Проводили изучение таких параметров ЭХО Кг сердца, как: конечно-диастолический размер левого желудочка (КДРЛЖ), конечно-систолический размер левого желудочка (КСРЛЖ), толщину задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ), толщину межжелудочковой перегородки (ТМЖП), фракцию выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), левое предсердие (ЛП), правое предсердие (ПП).

Для статистической обработки данных использовалась программа IBM SPSS Statistics 28 и StatTech v. 3.1.8 (разработчик — ООО «Статтех», Россия).

Для проведения межгрупповых сравнений в 3 и > группах применялся Kruskal Wallis test, для проведения апостериорных сравнений в 2 группах — Mann — Whitney U test. Для каждого показателя были определены: медиана (Me), 5 и 95 процентиля. Направления и сила корреляционной взаимосвязи между 2 количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. P-value составил  $p \leq 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследования мы изучили уровень Mg и структурно-функциональные параметры сердца у пациентов в исследуемых группах. Значение уровня медианы Mg среди пациентов с ОКС на фоне НДСТ со-

ставило 0,63 [0,51; 0,77] ммоль/л, что было статистически значимо ниже по сравнению с пациентами с ОКС без СНДСТ ( $p < 0,001$ ). Было выявлено, что уровень Mg был статистически значимо понижен в группах пациентов как с ОКС на фоне НДСТ так и без НДСТ в сравнении с группой контроля, где значение уровня медианы Mg составило 0,91 [0,75; 1,0] ммоль/л ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,001$ ).

Данные ЭХО КГ представлены в таблице № 1.

Таблица 1.

Структурно-функциональные параметры сердца у пациентов в исследуемых группах

Показатель / Группа	Контроль, n=50	ОКС без СНДСТ, n=202	ОКС на фоне НДСТ, n=156	Kruskal Wallis Test
КДРЛЖ	4,94 [4,92; 5,03]	5,59 [5,37; 5,88] $p_1 < 0,001$	5,29 [5,22; 5,45] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2=184,71$ ; df=2; $p < 0,001$
КСРЛЖ	3,44 [3,36; 3,51]	4,47 [4,33; 4,62] $p_1 < 0,001$	4,05 [3,93; 4,16] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2=225,55$ ; df=2; $p < 0,001$
ТЗСЛЖ	0,94 [0,92; 1,01]	0,95 [0,91; 0,99] $p_1=0,712$	0,90 [0,87; 0,97] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2=39,51$ ; df=2; $p < 0,001$
ТМЖП	0,97 [0,94; 1,03] $p_1 < 0,001$	1,04 [1; 1,09] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	0,92 [0,87; 0,97]	$\chi^2=245,58$ ; df=2; $p < 0,001$
ФВ ЛЖ	59,74 [58,45; 60,58]	54,9 [44,89; 60,18] $p_1 < 0,001$	51,5 [35,13; 58,8] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2=69,02$ ; df=2; $p < 0,001$
ЛП	3,76 [3,69; 3,89]	4,25 [4,05; 4,39] $p_1 < 0,001$	4,26 [4,07; 4,43] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2=64,54$ ; df=2; $p < 0,001$
ПЖ	2,12 [2,07; 2,21]	2,22 [2,18; 2,35] $p_1 < 0,001$	2,16 [2,07; 2,29] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2=73,51$ ; df=2; $p < 0,001$

Примечание:  $p_1$  — уровень статистической значимости различий по сравнению с группой контроля;  $p_2$  — уровень статистической значимости различий по сравнению с группой пациентов с ОКС без СНДСТ. Далее был проведен корреляционный анализ между уровнем Mg и структурно-функциональными параметрами сердца у пациентов исследуемых групп (таблица № 2).

При сопоставлении уровня Mg со структурно-функциональными параметрами сердца в группе пациентов

как с ОКС, так и с ОКС на фоне НДСТ были выявлены статистически значимые корреляционные связи.

Таблица 2.

Корреляционные связи между уровнем Mg и структурно-функциональными параметрами сердца у пациентов исследуемых групп

Показатель / Группа	ОКС без НДСТ, n=202	ОКС на фоне НДСТ, n=156
КДРЛЖ	$r=-0,81$ $p < 0,001$	$r=-0,94$ $p < 0,001$
КСРЛЖ	$r=-0,79$ $p < 0,001$	$r=-0,93$ $p < 0,001$
ТЗСЛЖ	$r=-0,77$ $p < 0,001$	$r=-0,91$ $p < 0,001$
ТМЖП	$r=-0,85$ $p < 0,001$	$r=-0,92$ $p < 0,001$
ФВ ЛЖ	$r=0,75$ $p < 0,001$	$r=0,88$ $p < 0,001$
ЛП	$r=-0,72$ $p < 0,001$	$r=-0,85$ $p < 0,001$
ПЖ	$r=-0,81$ $p < 0,001$	$r=0,93$ $p < 0,001$

Примечание:  $r$  — коэффициент корреляции,  $p$  — уровень статистической значимости коэффициентов корреляции.

Так, в группе пациентов с ОКС без НДСТ между уровнем Mg и КДРЛЖ была выявлена сильная отрицательная корреляционная связь, а в группе пациентов с ОКС на фоне НДСТ очень сильная отрицательная связь.

При корреляционном анализе между Mg и КСРЛЖ среди пациентов с ОКС без НДСТ была установлена сильная отрицательная корреляционная связь, а у пациентов с ОКС на фоне НДСТ связь была очень сильной.

Корреляционные связи в группах с ОКС и ОКС на фоне НДСТ между Mg и ТЗСЛЖ были отрицательные, но разной степени выраженности: средняя и очень сильная, соответственно; между уровнем Mg и ТМЖП — сильная и очень сильная, соответственно.

Корреляционный анализ между уровнем Mg и ФВ ЛЖ у пациентов с ОКС показал наличие положительной корреляционной связи средней силы, а у пациентов с ОКС на фоне НДСТ связь была сильная.

При оценке корреляционной связи между уровнем Mg и ЛП у пациентов с ОКС была выявлена отрицательная корреляционная связь средней силы, а у пациентов с ОКС на фоне НДСТ обнаружена сильная отрицательная связь.

Анализируя корреляционную связь между уровнем Mg и ПЖ у пациентов с ОКС, выявлена сильная отрицательная связь, а у пациентов с ОКС на фоне НДСТ установлена очень сильная отрицательная связь.

### Заключение

По данным проведенного исследования было выявлено наличие статистически значимых корреляционных

связей между уровнем Mg и структурно-функциональными параметрами сердца у пациентов как с ОКС без НДСТ, так и с ОКС на фоне НДСТ, однако наиболее сильные корреляционные связи были выявлены у пациентов с ОКС на фоне НДСТ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абашева Е.В. Синдром дисплазии соединительной ткани сердца у призывников. Клинико-функциональные особенности // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2003. — № 2 (прил. 3). — С. 4.
2. Алемян Б.Г., Абугов С.А., Андреев Д.А. Роль тестирования функциональной активности тромбоцитов в профилактике сердечно-сосудистых осложнений у больных, получающих антитромбоцитарную терапию // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2014. — Т. 10, № 6. — С. 679–687.
3. Бойцов С.А., Шальнова С.А., Деев А.Д. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации и возможные механизмы ее изменения // Ж. Невролог им. С. С. Корсаковой. — 2021. — Т. 118, № 8. — С. 98–103. — doi: 10.17116/jnevro201811808198.
4. Клинические рекомендации Российского научного медицинского общества терапевтов по диагностике, лечению и реабилитации пациентов с дисплазиями соединительной ткани (первый пересмотр) / под ред. А.И. Мартынова. — Текст: непосредственный // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2018. — Т. 3, № 1.2. — С. 137–209.
5. Кочнева Е.В. Дефицит магния в клинической практике // Вопросы диетологии. — 2018. — Т. 8, № 1. — С. 37–51.
6. Мирхамидова С.М., Ботирова Н.Б., Камбарова С.А. Особенности распространенности сердечно-сосудистых заболеваний // Молодой ученый. — 2016. — № 21 (125). — С. 73–76. — URL: <https://moluch.ru/archive/125/34513/> (дата обращения: 17.11.2023).
7. Оганов Р.Г. Сосудистая коморбидность: общие подходы к профилактике и лечению // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2015. — Т. 11, № 1. — С. 4–7.
8. Острый коронарный синдром без подъема сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. — Москва: Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России, 2020. — С. 12–25.
9. Острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. — Москва: Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России, 2020. — С. 18–22.
10. Патент на изобретение №2665387 Российская Федерация. Способ диагностики дисплазии соединительной ткани: заявл. 04.05.2017; опубл. 29.08.2018 / Елыкомова В.А., Копылова А.Н.
11. Клинические рекомендации Российского научного медицинского общества терапевтов по диагностике, лечению и реабилитации пациентов с дисплазиями соединительной ткани (первый пересмотр) / под ред. А.И. Мартынова. — Текст: непосредственный // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2018. — Т. 3, № 1.2. — С. 137–209.

© Султанова Оксана Эседуллаевна (oksanka.sultanova@mail.ru); Чернышева Елена Николаевна (lena.chernysheva@inbox.ru);  
Кузьмичев Богдан Юрьевич (bog13@list.ru); Хупиева Рукият Абу Хасановна (vrash-hupieva@mail.ru);  
Котельникова Ирина Константиновна (ira.kotelnikovapso.65@mail.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПРИ НАРУШЕНИЯХ РЕПРОДУКЦИИ В РСО-АЛАНИЯ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РЕАБИЛИТАЦИИ

## RESEARCH OF INDICATORS OF REPRODUCTIVE FUNCTION AND QUALITY OF LIFE IN CASES OF REPRODUCTIVE DISORDERS IN THE RUSSIAN FEDERATION AND GENERAL PRINCIPLES OF REHABILITATION

**L. Tsallagova  
I. Kabulova**

*Summary.* The results of the reproductive function rehabilitation of women with the use of physiotherapeutic and local natural factors are examined in the article. The women with tubal-peritoneal infertility were examined and chronic endometritis with reproductive disorders. The influence of the used methods of treatment on the central and peripheral links of reproductive system was estimated. It was proved the high therapeutic effect of the developed system of the reproductive function rehabilitation, which allowed to reach the restoration of fertility in 43,1 % cases. The received results allow counting, that the offered technique of rehabilitation of patients with infertility of inflammatory genesis provides restoration of passableness uterus tubes, and also high frequency of approach of pregnancy, authentically raising efficiency of spent traditional therapy.

*Keywords:* tubal-peritoneal infertility, endometritis, physiotherapy, rehabilitation, reproductive function.

**Цаллагова Лариса Владимировна**

Заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор, Северо-Осетинская государственная медицинская академия  
akusherstvo\_1@mail.ru

**Кабулова Ирва Вахтанговна**

Кандидат медицинских наук, доцент, доцент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия,  
khabul@internet.ru

*Аннотация.* Рассмотрены результаты восстановления репродуктивной функции женщин с использованием физиотерапевтических и местных природных факторов. Обследованы женщины с трубно-перитонеальным бесплодием и хроническим эндометритом с нарушениями репродукции. Оценивалось влияние применяемых методик лечения на центральные и периферические звенья репродуктивной системы. Доказан высокий терапевтический эффект разработанной системы реабилитации, позволивший добиться наступления беременности в 43,1 % случаев. Полученные результаты позволяют считать, что предложенная методика реабилитации больных с бесплодием воспалительного генеза достоверно повышает эффективность проводимой традиционной терапии и обеспечивает более высокую частоту наступления беременности.

*Ключевые слова:* трубно-перитонеальное бесплодие, эндометрит, физиотерапия, реабилитация, репродуктивная функция.

В последнее десятилетие достигнут значительный прогресс в решении многих научных и практических вопросов проблемы бесплодия и неблагоприятных репродуктивных исходов, однако реабилитационное направление в комплексном лечении больных с репродуктивными нарушениями еще требует дальнейшего развития [5, 6, 7]. В этой связи совершенствование современной терапии и реабилитации больных с бесплодием на фоне трубно-перитонеального фактора, патологии эндометрия, разработка и научное обоснование лечебных и реабилитационных программ и прогностических критериев их эффективности не потеряло своей актуальности. Одной из наиболее распространенных форм женского бесплодия является трубно-перитонеальное бесплодие, при лечении которого необходимо не только устранение анатомической непроходимости маточных труб, но и проведение эффективной послеоперационной реабилитационной терапии, направленной

на сохранение восстановленного функционального состояния труб и профилактику спайкообразования в отдаленном периоде [1, 8]. Учитывая роль воспаления в реализации адгезивного процесса, для профилактики образования спаек в послеоперационном периоде наряду с антибактериальным лечением широко применяются различные методы физиотерапии, десенсибилизирующие средства, ферментные препараты, био- и иммуностимуляторы различного происхождения [1, 2]. Повышение эффективности лечения бесплодия при патологии эндометрия, ведущей к ранним репродуктивным потерям, путем оптимизации прегравидарной подготовки является также еще одной актуальной проблемой у пациенток. Состояние иммунной системы при нарушениях репродукции во многом определяется характером проведенной антибактериальной терапии, характером посттравматической реакции в области послеоперационной раны, если проводилась хирургическая

коррекция маточных труб. В литературных источниках представлены неоднозначные данные о влиянии этих методов терапии на иммунную систему при нарушениях репродукции в связи с патологией эндометрия на этапах преемственного ведения [3, 4, 9].

Целью исследования явилось повышение эффективности ведения пациенток с трубно-перитонеальным бесплодием после коррекции маточных труб и проведения антибактериальной терапии хронического эндометрита с помощью применения физических методов лечения, и оценка состояния качества жизни.

### Материалы и методы исследования

Работа выполнена на основании обследования и восстановительного лечения 120 пациенток с трубно-перитонеальным бесплодием и перенесенными эндоскопическими операциями на маточных трубах. Пациентки обследованы по общепринятой методике, включающей эхогистеросальпингографию (ЭГСГ), гистероскопию, ультразвуковое исследование (УЗИ) органов малого таза, лечебно-диагностическую лапароскопию. Возраст женщин варьировал от 22 до 42 лет (в среднем  $28 \pm 1,4$  года), длительность заболевания от 2 до 14 лет. Диагноз хронического сальпингита в анамнезе выставлен у 72 % женщин, УЗИ признаки спаечного процесса выявлены у 61,3 %, наружный генитальный эндометриоз диагностирован у 30 %. При ЭГСГ у 61,2 % больных маточные трубы были непроходимы. Анализ данных гистероскопии и патоморфологического исследования эндометрия выявил высокую частоту хронического эндометрита у больных бесплодием и неблагоприятными акушерскими исходами (34,1 %). Основным показанием к диагностической лапароскопии являлось исключение внематочной беременности, острого аппендицита, анемической формы апоплексии яичника. В ходе эндоскопического исследования наряду с диагностическим поиском проводилась оценка выраженности спаечного процесса и, в зависимости от выявленных изменений, проводился следующий объем лапароскопических операций: адгезиолизис, фимбриолизис, сальпингоовариолизис, сальпингостомия, сальпингостомия, коррекция сопутствующей патологии. Наиболее частой анатомической патологией органов малого таза являлся спаечный процесс в малом тазу различной степени выраженности: I–II степени — в 66 %, III–IV — в 34 % случаев. В предоперационном периоде проводилась противовоспалительная терапия с учетом инфекционного обследования, которая продолжалась интраоперационно и в послеоперационном периоде.

В зависимости от объема поэтапных профилактических мероприятий пациентки были распределены на две группы: основную и контрольную. В основную группу вошли 38 пациенток с трубно-перитонеальным

бесплодием (первая основная) и 30 пациенток с нарушениями репродукции и подтвержденным диагнозом хронический эндометрит (вторая основная), которым одинаково на первом этапе в комплексном лечении применялись физические методы (электро-магнито-лазерная терапия с использованием аппаратно-программного комплекса Андро-Гин), а в первой основной группе наряду с этими факторами проводился второй этап реабилитации: через 1–3 месяца после операции — отсроченное восстановительное лечение в санаторно-курортных учреждениях республики с применением бальнеологического фактора — сероводородных вод местного месторождения. В контрольную группу вошли 52 пациентки, которым в послеоперационном периоде проводилась общепринятая базисная терапия, включающая только антибиотикотерапию. В качестве бальнеотерапевтического фактора в первой основной группе пациенток нами использовалась сероводородная хлоридно-сульфатно-кальциевая минеральная вода местного источника «Редант-4» (скважина № 4-Р) в виде общих ванн и влагалитных орошений с целью восстановления нормальной функциональной активности маточных труб и профилактики развития спаечного процесса в малом тазу.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием общепринятых методов параметрической и непараметрической статистики с помощью стандартного пакета программ прикладного статистического анализа «STATGRAFICS FOR WINDOWS», отечественного программного продукта «STADIA» и пакета «EXCEL».

### Результаты и их обсуждение

В республике Северная Осетия-Алания частота бесплодных браков за 2018 г. составила 19 %.

В структуре вторичного женского бесплодия преобладает трубно-перитонеальный фактор (36,5 %), обусловленный в большинстве случаев перенесенными ранее воспалительными заболеваниями придатков матки (79,9 %), внутриматочными вмешательствами (52,8 %), операциями на органах малого таза и брюшной полости (19,8 %), эндометриозной болезнью. В 38 % случаев встречается хронический эндометрит как причина бесплодия и невынашивания беременности. Значительное место среди факторов, предрасполагающих к бесплодию, занимали хронические воспалительные процессы матки и ее придатков. При воспалительных заболеваниях внутренних половых органов в полости малого таза преобладало вторичное бесплодие (67,4 %). 46,9 % пациенток с бесплодием воспалительного генеза не имели острой клинической картины начала заболевания. Возбудителями инфекционно-воспалительных процессов в половых органах обследованных инфертильных женщин являлись: хламидии — 37,5 %, микоплазмы — 24,8 %, смешанная инфекция — более 50 %.

У больных, страдающих трубно-перитонеальным бесплодием и хроническим эндометритом, наряду с анатомическими изменениями в области патологического очага отмечались выраженные нарушения центральных и периферических звеньев репродуктивной системы, проявляющиеся изменениями регионарного кровообращения и функционального состояния маточных труб (100 %), гонадотропной функции гипофиза и стероидогенеза яичников (72,1 %), а также нарушения психоэмоциональной сферы и качества жизни (100 %), что обусловило необходимость их системной коррекции.

У пациенток основной и контрольной групп значения показателей гормонов в сыворотке крови в первой фазе менструального цикла были в пределах нормы. Средний уровень ФСГ составил  $8,1 \pm 0,1$  в основной группе и  $8,2 \pm 0,2$  мМЕ/мл в контрольной группе; средний уровень ЛГ  $6,4 \pm 0,3$  и  $7,9 \pm 0,1$  мМЕ/мл в другой группе. Средняя концентрация эстрадиола у пациенток составила  $46 \pm 0,6$  и  $48 \pm 0,4$  нг/мл соответственно. Уровень ТТГ у женщин основной группы составил  $1,7 \pm 0,32$ , контрольной —  $1,8 \pm 0,3$  мкмо/л, Т4 св —  $12,4 \pm 0,2$  и  $13,1 \pm 0,21$  нмоль/л соответственно. Уровень ПРЛ составил  $12,9 \pm 0,4$  и  $13,7 \pm 0,2$  нг/мл, тестостерона  $1,4 \pm 0,1$  и  $1,5 \pm 0,12$  нмоль/л, кортизола —  $68 \pm 0,31$  нг/мл и  $73 \pm 0,22$  нг/мл, 17он прогестерона —  $0,4 \pm 0,05$  и  $0,52 \pm 0,01$  мкг/л в основной и контрольной группах соответственно. Уровни половых стероидных гормонов в середине второй фазы цикла у всех обследуемых пациенток также находились в пределах нормативных значений. Уровень прогестерона составил  $32 \pm 0,4$  в основной группе и  $42 \pm 0,3$  нмоль/л в контрольной, эстрадиола —  $89 \pm 0,21$  и  $93 \pm 0,31$  нг/мл соответственно, что является нормой для женщин репродуктивного возраста.

Таблица 1.

Характер гормонального фона обследованных пациенток

Гормоны	Норма	Основная группа (n=68)	Контрольная группа (n=52)
ЛГ	1,2 — 8,8л	$6,4 \pm 0,3$	$7,9 \pm 0,1$
ФСГ	1,7 — 11,8	$8,1 \pm 0,1$	$8,2 \pm 0,2$
E2	28 — 112	$46 \pm 0,6$	$48 \pm 0,4$
Тестостерон	0,00 — 4,3	$1,4 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,12$
Кортизол	30 — 230	$68 \pm 0,31$	$73 \pm 0,22$
17он прогестерон	0,1 — 0,8	$0,4 \pm 0,05$	$0,52 \pm 0,01$
ТТГ	0,39 — 4,70	$1,8 \pm 0,32$	$1,7 \pm 0,3$
Т4 св.	8,9 — 24,30	$12,4 \pm 0,2$	$13,1 \pm 0,2$
Прогестерон во 2-ю фазу цикла	10 — 89	$32 \pm 0,4$	$42 \pm 0,3$
Эстрадиол E2 во 2-ю фазу	68 — 240	$89 \pm 0,21$	$93 \pm 0,31$
ПРЛ	0,92 — 27,15	$14,9 \pm 0,4$	$16,7 \pm 0,2$

По результатам динамического наблюдения за больными в процессе лечения можно сделать вывод о хорошей переносимости, отсутствии дискомфорта и осложнений при применении физиотерапевтического комплекса КАП-ЭЛМ-01 «Андро-Гин» и бальнеологических процедур. Ранняя послеоперационная реабилитация, включающая симультанное физиотерапевтическое воздействие КАП-ЭЛМ-01 «Андро-Гин» обеспечивала достаточное анальгетическое действие, закрепленное и улучшенное при использовании сероводородной бальнеотерапии. В контрольной группе болевой синдром купировался у 66,7 % больных, значительно уменьшился — у 32,3 %, в результате поэтапной реабилитации купировался у всех 100 % больных основной группы. Необходимо отметить стойкость полученного эффекта: ни у одной из пациенток основной группы после используемой схемы реабилитационных мероприятий боли не возобновлялись вновь в течение всего периода наблюдения (до 12 месяцев). Результаты бактериоскопического исследования свидетельствовали о купировании проявлений неспецифического бактериального вагинита во всех клинических группах как после антибактериальной терапии, так и комплексного лечения с использованием «Андро-Гин» (табл 2).

Улучшение и нормализация функционального состояния яичников (по данным тестов функциональной диагностики и исследования уровня гормонов) констатированы у 84,3 % пациенток основной группы и у 33,8 % — контрольной группы. Общеизвестно, что одним из признаков пролонгации воспаления и замедления репаративных процессов является дисбаланс в иммунной системе, а критерием эффективности лечения — восстановление иммунитета. Одинаково достоверной ( $p < 0,01$ ) у пациентов основной группы наблюдалась положительная динамика показателей иммунитета. Отмечено восстановление до нормальных значений всех изучаемых показателей сывороточных Ig, снижение в крови титра ЦИК ( $p < 0,05$ ), активация клеточного звена иммунитета ( $p < 0,01$ ) и восстановление соотношения Т-лимфоцитов с хелперной и супрессорной активностью, что обусловило повышение иммунорегуляторного индекса. При анализе показателей местного иммунитета отмечено повышение CD56+ NK-клеток в эндометрии у пациенток, прошедших комплексную прегравидарную подготовку, что является хорошим прогностическим признаком для нормального течения имплантации. При применении только традиционной медикаментозной терапии были получены достоверные сдвиги лишь отдельных показателей клеточного иммунитета. Контрольное эхографическое исследование в конце этапных реабилитационных мероприятий подтвердило противовоспалительную и дефибрирующую направленность действия используемых лечебных физических факторов. После завершения курса лечения по данным УЗИ в основной группе больных признаки

Таблица 2.

Исследование жалоб пациенток до и после лечения

Жалобы	Контрольная группа (n= 52)				Основная (первая группа) (n=38)				Основная (вторая группа) (n=30)			
	До лечения (абс/%)		После лечения(абс/%)		До лечения (абс/%)		После лечения(абс/%)		До лечения (абс/%)		После лечения(абс/%)	
Бесплодие	52	100	43	87	38	100	19	63,3	30	100	12	40
Проявления вагинита (неспецифического)	16	46,6	8	26,6	12	40	3	10	17	56,6	—	—
Длительные обильные менструации	8	20	3	10	8	20	2	6,6	5	16,6	—	—
Скудные менструации	22	63,3	16	53,3	21	66,6	9	30	22	73,3	3	10
Боли во время менструаций	30	40	10	43,1	33	43,3	6	20	15	50	—	—
Межменструальные кровяные выделения	6	23,3	8	26,6	8	40	6	20	14	46,6	1	3,3

спаечного процесса в малом тазу не выявлялись. Динамика эхографических показателей в процессе проведения лечебных мероприятий показала снижение степени выраженности и частоты выявления патологических изменений в эндометрии, характерных для бесплодия при хроническом эндометрите. Отмечалось увеличение толщины эндометрия и улучшение его эхоструктуры у больных с явлениями хронического эндометрита, что подтверждалось и данными гистероскопии с последующим патоморфологическим исследованием. Динамический анализ результатов ультразвуковой доплерометрии в процессе поэтапной реабилитации продемонстрировал выраженное и статистически значимое снижение показателей сосудистого сопротивления (PI, IR) в основной группе больных ( $p < 0,01$ ). Наиболее выраженные положительные результаты получены у больных основной группы как первой, так и второй. При этом использование современных немедикаментозных технологий (физических методов во второй основной группе и бальнеотерапии в первой) существенно улучшило визуализацию сосудов матки, приблизив ее к результатам у фертильных женщин, тогда как в контрольной группе после традиционной терапии визуализация базальных и спиральных артерий незначительно улучшилась и не достигла показателей фертильных женщин. Нами установлена способность комплексного использования с электро-магнито-лазерной терапией реабилитации и предгравидарной подготовки, восстанавливать экспрессию эстрогеновых и прогестероновых рецепторов в эндометрии, что является необходимым условием для адекватных пролиферативных и секреторных преобразований в лечении патологического эндометрия при бесплодии и профилактике неблагоприятных репродуктивных исходов. Использование современных немедикаментозных технологий способствовало устранению исследованного нами состояния психоэмоционального напряжения, улучшало показатели качества жизни [3, 8].

Стойкая тенденция к нормализации психоэмоциональных показателей проявлялась у всех больных, однако более существенной она оказалась у больных основной группы. При тестировании после 3-го этапа лечения все (100 %) женщин отмечали работоспособность, бодрость («самочувствие»); энергичность, собранность («активность»); уверенность в себе и своих возможностях, оптимистический взгляд на окружающее, жизнерадостность («настроение») (таблица 3).

Таблица 3.

Исследование качества жизни при нарушениях репродукции (в баллах)

Показатель	Значение (M±m)	Норма для общей популяции (женщины 20–44 года)
Суммарное измерение физического здоровья (PCS)	42,1±7,4	52,2±9,8 $p < 0,05$
Суммарное измерение психического здоровья (MCS)	36,3±8,6	45,2±9,5 $p < 0,05$
Физическое функционирование (PF)	41,6 ± 10,8	52,2 ± 9,8 $p < 0,05$
Роль физического функционирования (RF)	38,5 ± 11,6	46,9 ± 9,4 $p < 0,05$
Болевые ощущения (BP)	41,4 ± 9,8	50,2 ± 10,2 $p < 0,05$
Общего здоровья (GH)	32,5±4,5	42,5± 5,5 $p < 0,05$
Жизнеспособности (VT)	39,6 ± 9,3	51,1 ± 9,1 $p < 0,05$
Социального функционирования (SF)	37,8 ± 7,5	45,9 ± 8,8 $p < 0,05$
Психического здоровья (MN)	32,8±9,4	44,9 ± 9,5 $p < 0,05$

Отдаленные результаты лечения показали, что в основной группе больных, получавших дифференцированное лечение в комплексе с аппаратом КАП-ЭЛМ-01 «Андро-Гин» и сероводородной бальнеотерапией, отмечалось более быстрое восстановление репродуктивной

функции женщин, а у 15 (31,3 %) пациенток с бесплодием в анамнезе через 3 месяца после лечения наступила беременность. В контрольной группе за этот период беременность не зарегистрирована. В течение года беременность наступила в основной группе (первой и второй с физическими факторами) у 43,1 % женщин, в контрольной группе — у 31 %. Все беременности в основной группе имели благоприятный исход: рождение живого доношенного ребенка, отсутствие послеродовых гнойно-инфекционных осложнений у матери и новорожденного, отсутствие осложнений лактации и естественное грудное вскармливание. В контрольной группе беременность осложнилась у 2 пациенток преждевременными родами в сроки 29 и 34 недели, инфекционные осложнения матери и новорожденного зарегистрированы у 6 пациенток. По данным эхогистеросальпингографии через 12 месяцев после проведенного лечения реокклюзия маточных труб у незабеременевших женщин в контрольной группе имела место в 29 % случаев, в группе

женщин, получившей в послеоперационном периоде мультифакторное воздействие КАП-ЭЛМ-01 «Андро-Гин» и бальнеотерапию — в 14 % случаев.

Таким образом, включение в реабилитационные мероприятия у женщин с бесплодием трубно-перитонеального генеза и хроническим эндометритом электро-лазерно-магнитной терапии и цветоимпульсного воздействия физиотерапевтического комплекса «Андро-Гин» в сочетании с сероводородной бальнеотерапией с дифференцированным, примененным в данном исследовании подходом, позволяет предотвратить развитие излишнего спайкообразования, оказывает иммунокорригирующее влияние, иммуногистохимически благоприятно влияет на эндометрий и исходы беременности и родов, улучшает качество жизни пациенток и психоэмоциональную сферу, что приводит более полному восстановлению репродуктивного здоровья женщин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бекмурзиева Л.К. Профилактика и лечение послеоперационного спаечного процесса у гинекологических больных: дисс. канд. мед. наук. Москва. 2009.
2. Кабулова И.В., Цаллагова Л.В., Мирзаева Л.М. Реабилитация больных после лапароскопических операций по поводу трубно-перитонеального бесплодия. Вестник РУДН. Серия медицина. Москва, 2008. 7. С. 749–751.
3. Кузнецова Н.Б., Буштырева И.О., Забанова Е.А., Дмитриева М.П., Беспалая А.В. Клинико-анамнестические особенности беременных с ретрохориальными гематомами // Медицинский вестник Юга России. 2017. Том 8. № 4. С. 53–60.
4. Назаренко Т.А., Дуриная Э.Р., Перминова С.Г. Современные подходы к диагностике и лечению бесплодия у женщин. Гинекология. 2004. 6. 6. 323–325.
5. Петрова Е.В. Михалевиц С.И. Основные этапы преодоления бесплодия с использованием программы вспомогательных репродуктивных технологий и ее модификаций. // Медицинские новости. 2012. 2. С. 45–49.
6. Прилепская В.Н., Яглов В.В. Воспалительные заболевания органов малого таза. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2010. 128с.
7. Филиппова Г.Г. Нарушение репродуктивной функции и ее связь с нарушениями в формировании материнской сферы // Перинатальная психология и психология репродуктивной сферы. 2010. 1. С. 101–119.
8. Цаллагова Л.В., Кабулова И.В. Восстановление репродуктивной функции женщин с трубно-перитонеальным бесплодием воспалительного генеза. Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. Симферополь. 2008. 144. IV. С.233–234.
9. Macaluso M., Wright-Schnapp T.J., Chandra A., Johnson R., Satterwhite C.L., Pulver A. et al. A public health focus on infertility prevention, detection, and management. Fertil. Steril. 2010. 93.1. 16. P.1–10.

© Цаллагова Лариса Владимировна (akusherstvo\_1@mail.ru); Кабулова Ирма Вахтанговна (khabul@internet.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ТАКТИКА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ОНКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

## TACTICS OF RATIONAL APPLICATION OF NUTRITIONAL SUPPORT WHEN USING DRUG THERAPY IN PATIENTS WITH ONCOLOGICAL DISEASES

V. Chuikova  
I. Vysotskaya

*Summary.* More than 40 % of cancer patients receiving drug treatment have nutritional disorders. This condition has important clinical significance in terms of the course of the disease. In this case, it is necessary to use accompanying therapy. In the course of the study, it was found that the use of nutritional support during drug treatment in cancer patients allows increasing the proportion of patients with a clinically significant improvement in quality of life already at the end of the third month of observation, and with a constant regimen of use, the proportion of patients with restoration and weight gain by the outcome of the sixth month of observation, which focuses attention on the need for continuous correction of nutritional deficiency at all stages of treatment for cancer patients.

*Keywords:* nutritional support, drug therapy in oncology, concomitant therapy in oncology

**Чуйкова Валерия Сергеевна**

Аспирант, ФГАУ ВО «Первый Московский  
государственный медицинский университет  
им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)»

**Высоцкая Ирина Викторовна**

Д.м.н., профессор, ФГАУ ВО «Первый Московский  
государственный медицинский университет  
им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)»

lersul@mail.ru

*Аннотация.* Более 40 % онкологических больных, получающих лекарственное лечение, имеют нутритивные нарушения. Подобное состояние имеет важное клиническое значение в плане течения заболевания. В этом случае необходимо применение средств сопроводительной терапии. В ходе проведенного исследования было установлено, что применение нутритивной поддержки при проведении лекарственного лечения у онкологических пациентов позволяет увеличить долю пациентов с клинически значимым улучшением качества жизни уже на исходе третьего месяца наблюдения, а при постоянном режиме применения — долю пациентов с восстановлением и прибавлением массы тела на исходе шестого месяца наблюдения, что акцентирует внимание на необходимости непрерывной коррекции нутритивной недостаточности на всех этапах лечения онкологических пациентов.

*Ключевые слова:* нутритивная поддержка, лекарственная терапия в онкологии, сопутствующая терапия в онкологии.

## Введение

**Н**утритивная недостаточность и, как следствие, синдром анорексии-кахексии онкологических больных (САКОБ) является одним из наиболее характерных проявлений опухолевых заболеваний. Частота возникновения подобного состояния среди онкологических больных по данным различных авторов варьирует от 40 до 80 % [1, 2].

Одним из факторов развития нутритивной недостаточности также являются осложнения, возникающие во время применения противоопухолевой терапии (такие, как мукозит, тошнота, рвота). К примеру, результаты исследований свидетельствуют, что более 50 % пациентов, получающих лекарственное лечение по поводу онкологического заболевания, имеют нутритивные нарушения той или иной степени тяжести [3, 4]. Неудовлетворительный нутритивный статус, в свою очередь, может приводить к плохой переносимости лечения,

снижению функциональных возможностей, ухудшению качества жизни, повышению показателей смертности [5].

В ряде проведенных ранее исследований было показано, что некоторые аминокислоты, микроэлементы и витамины могут снижать выраженность побочных эффектов лекарственной терапии, повышать аппетит и положительно влиять на течение заболевания в целом [6, 7].

Вместе с тем наличие нутритивной недостаточности все еще плохо распознается и недооценивается в клинической практике не только у пожилых, но и у пациентов молодого возраста. Помимо этого, назначение нутритивной поддержки во время химиотерапии само по себе является отдельной проблемой из-за наличия специфических побочных эффектов препаратов (например, эметогенности).

Таким образом, проблема оценки нутритивного статуса и эффективности дополнительного клинического

питания в онкологии имеет высокую актуальность и значимость. Целью данного исследования является оценка рациональности различных тактик применения нутритивной поддержки при использовании лекарственных методов лечения у онкологических пациентов.

### Материалы и методы

На базе Центра амбулаторной онкологической помощи ГБУЗ «Московский многопрофильный клинический центр «Коммунарка» Департамента здравоохранения Москвы с 2022 года по 2023 год в проспективное исследование было вовлечено 75 онкологических пациентов, из них 53 мужчины и 22 женщины. Критериями включения являлись: подписанное информированное согласие; возраст пациентов старше 18 лет; второй и далее курс лекарственного лечения; состояние пациента по шкале ECOG  $\leq 2$ .

Критериями исключения были: отказ от участия в исследовании; индивидуальная непереносимость компонентов препаратов нутритивной поддержки.

Средний возраст пациентов составил  $62 \pm 8$  лет. Средний вес пациентов на момент старта исследования —  $60 \pm 11$  кг, рост —  $172 \pm 7$  см. Характер патологии — метастатический рак предстательной железы и почечноклеточный рак, рак мочевого пузыря, рак молочной железы и группа онкологических заболеваний желудочно-кишечного тракта (колоректальный рак, рак желудка и рак ободочной кишки).

Основными схемами лекарственного лечения в группах пациентов были: для рака предстательной железы — доцетаксел в монорежиме, для почечноклеточного рака — иммунотаргетная терапия пембролизумаб + акситиниб, для рака мочевого пузыря — режим GemCis, для колоректального рака и рака ободочной кишки — режим FOLFOX, для рака желудка — режим XELOX, для рака молочной железы — режим AC.

Пациенты были рандомизированно распределены по двум группам. В первой группе пациенты получали готовые к употреблению смеси (готовые жидкие смеси, ГЖС) в постоянном режиме. Во второй группе пациенты получали сухую смесь, требующую самостоятельного разведения (сухая смесь для разведения, ССР), в дни получаемой химиотерапии и на протяжении недели после ее получения (за исключением режима лекарственного лечения XELOX), после чего проводился перерыв до следующего курса химиотерапии. Основные характеристики пациентов по группам представлены в таблице 1.

Всем пациентам был определен статус по шкале ECOG, а также оценка качества жизни по опроснику EQ-

5D. Каждому обследуемому была проведена комплексная оценка антропометрических показателей, включающая в себя оценку роста, веса и измерение индекса массы тела по формуле  $ИМТ = \frac{\text{вес (кг)}}{\text{рост (м)}^2}$ . Кроме того, производилось измерение лабораторных показателей венозной крови, а именно уровень гемоглобина (г/л) и общего белка (г/л).

Таблица 1.

Сводная характеристика пациентов, включенных в исследование

Показатель	I группа	II группа
N	40	35
Женщины	15	7
Мужчины	25	28
Рак предстательной железы	13	13
Почечноклеточный рак	10	5
Рак мочевого пузыря	3	2
Колоректальный рак	3	3
Рак молочной железы	4	4
Рак желудка	5	6
Рак ободочной кишки	2	2
Возраст, лет	$65 \pm 5.1$	$60 \pm 3.4$
Рост, см	$172 \pm 5.7$	$175 \pm 6$
Масса тела, кг	$62 \pm 3.4$	$67 \pm 5.0$
Индекс массы тела (мин-макс)	22.7 (15.9–32.4)	23.2 (17.9–31.7)
Общий белок, г/л	$60 \pm 2.5$	$68 \pm 4.2$
Гемоглобин, г/л	$112 \pm 6.7$	$109 \pm 6.9$

Последующие оценки уровня качества жизни, лабораторных и инструментальных показателей производились спустя три и шесть месяцев после начала применения нутритивной поддержки.

Статистическая обработка материала проводилась при помощи пакета программ IBM SPSS Statistics.

### Результаты

На момент начала лечения по программам нутритивной поддержки достоверных различий между двумя сравниваемыми группами установлено не было.

Первый из изучавшихся показателей — оценка качества жизни по опроснику EQ-5D — достоверно повысился в каждой группе ко второму визиту. К третьему визиту наметилась тенденция к большему улучшению качества жизни у пациентов, получающих ГЖС в постоянном режиме, особенно по таким критериям, как тревожность и способность к повседневной деятельности (см. Таблицу 2).

Таблица 2.  
Динамика данных опросника EQ-5D в ходе исследования

Визит	Данные опросника, средняя оценка	Группа I	Группа II
1	Подвижность	2.1	2.4
	Уход за собой	2.5	2.3
	Повседневная деятельность	1.9	2.0
	Боль\дискомфорт	1.8	1.9
	Тревога\депрессия	2.0	2.4
	Шкала	55.6 [50–65]	62.1 [58–64]
2	Подвижность	2.3	2.5
	Уход за собой	2.7	2.4
	Повседневная деятельность	2.7	2.3
	Боль\дискомфорт	2.4	2.1
	Тревога\депрессия	2.3	2.4
	Шкала	65.5 [63–68]	64.8 [55–67]
3	Подвижность	2.5	2.5
	Уход за собой	2.9	2.7
	Повседневная деятельность	2.8	2.6
	Боль\дискомфорт	2.5	2.3
	Тревога\депрессия	2.6	2.4
	Шкала	68.3 [60–73]	65.9 [54–69]

При сравнении изменений массы тела группа, получающая ГЖС, также продемонстрировала преимущество по сравнению с группой ССР — падение массы тела ко

второму визиту было менее выраженным в обеих группах (см. Рис. 1).

Таблица 3.  
Динамика уровней гемоглобина и общего белка в ходе исследования

Визит	Показатель, г\л, минимальные значения в группах	Группа I	Группа II
1	Общий белок	58	57
	Гемоглобин	105	102
2	Общий белок	67	65
	Гемоглобин	112	105
3	Общий белок	68	65
	Гемоглобин	115	109

Динамика уровня общего белка ко второму визиту была положительной в обеих группах. К третьему визиту в группе пациентов, получавших ГЖС, уровень общего белка был выше, чем в группе, получавшей ССР (68.2 г\л против 65.3 г\л соответственно). Кроме того, к третьему визиту также наметилась положительная тенденция в области восстановления уровня гемоглобина в обеих группах (в среднем более 110 г\л в обеих группах против средних стартовых 110 и 105 г\л соответственно). Динамика изменений показателей общего белка и гемоглобина представлена в Таблице 3.

### Обсуждение

САКОБ — это многофакторный синдром, характеризующийся прогрессирующей потерей скелетной мышечной массы, истощением жировой ткани, системным

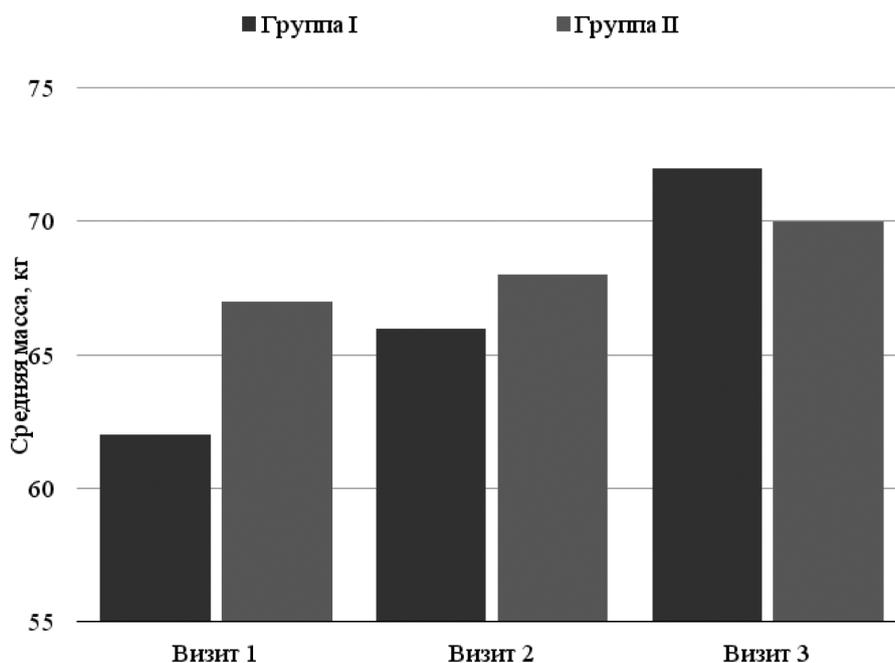


Рис. 1. Динамика изменений средней массы тела (в кг) пациентов в группах сравнения

воспалением и другими метаболическими аномалиями, приводящими к функциональным нарушениям [9, 10, 11].

Потеря скелетной мышечной ткани является ключевой особенностью опухолевой кахексии и одновременно ее наиболее изученным аспектом [12]. Истощение скелетных мышц включает в себя несколько молекулярных изменений, все из которых связаны с воспалением, белковым метаболизмом, апоптозом и снижением регенерации тканей.

Мышцы являются источником аминокислот, которые могут быть высвобождены для производства энергии во время катаболических процессов. Мышечный гомеостаз поддерживается балансом между синтезом и деградацией мышечного белка. Когда происходит чрезмерная деградация белка и/или снижение синтеза белка, дисбаланс может вызвать истощение мышц и кахексию.

Печень в организме онкологических больных также подвергается многочисленным метаболическим и гистологическим изменениям. В контексте онкологических заболеваний печень часто способствует усилению системного воспаления, производя белки острой фазы,

которые могут способствовать распаду мышечных белков на аминокислоты [13, 14, 15].

Во время проведения исследования было доказано, что проведение нутритивной поддержки улучшает качество жизни пациентов, наряду с объективными, антропометрическими, лабораторными и инструментальными показателями — в первую очередь за счет нормализации белкового баланса в организме пациентов.

### Заключение

В ходе проведенного исследования было установлено, что применение нутритивной поддержки при проведении лекарственного лечения у онкологических пациентов позволяет увеличить долю пациентов с клинически значимым улучшением качества жизни уже на исходе третьего месяца наблюдения, а при постоянном режиме применения — долю пациентов с восстановлением и прибавлением массы тела на исходе шестого месяца наблюдения. Полученные данные акцентируют внимание на необходимости непрерывной коррекции нутритивной недостаточности на всех этапах лечения онкологических пациентов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бриш Н.А., Семиглазова Т.Ю., Ткаченко Е.В. и др. Роль нутритивной поддержки в процессе периперационной химиотерапии местнораспространенного рака желудка // Вопросы онкологии. 2022. Т. 68. № 53. С. 41–42.
2. Власина А.Ю., Солопова А.Г., Иванова Е.А., Блбулян Т.А. «Противораковая диета», или принципы рационального питания онкогинекологических больных в период реабилитации // Врач. 2020. Т. 31. № 4. С. 3–7.
3. Костюченко Л.Н., Костюченко М.В., Кузьмина Т.Н., Лычкова А.Э. Стратегия сопроводительной нутриционно-метаболической терапии больных колоректальным раком // РМЖ. 2019. Т. 27. № 6. С. 37–44.
4. Обухова О.А., Курмуков И.А., Рык А.А. Влияние нутритивной поддержки на питательный статус, качество жизни и выживаемость у онкологических больных, получающих системное лекарственное противоопухолевое лечение // Клиническое питание и метаболизм. 2022. Т. 3. № 1. С. 50–61.
5. Обухова О.А., Курмуков И.А., Юнаев Г.С. Роль питательной поддержки при лечении злокачественных новообразований печени // Клиническое питание и метаболизм. 2020. Т. 1. № 3. С. 117–126.
6. Потапов А.Л., Дорожкин А.Д., Гамаюнов С.В. и др. Периперационная нутритивная поддержка при раке желудка: современное состояние вопроса // Сибирский онкологический журнал. 2019. Т. 18. № 6. С. 114–121.
7. Сукорцева Н.С., Решетов И.В., Агакина Ю.С. и др. Нутритивная поддержка как важный и обязательный компонент терапии сопровождения при лучевом и химиолучевом лечении пациентов, страдающих раком полости рта и ротоглотки // Голова и шея = Head and neck. Russian Journal. 2020. Т. 8. № 2. С. 75–85.
8. Bosetti C., Casirati A., Da Prat V. et al. Multicentric, observational, longitudinal study for the evaluation of nutritional management implications in newly diagnosed Italian cancer patients: the Italian Registry of Malnutrition in Oncology (IRMO) // BMJ open. 2023. Vol. 13. N. 8. P. 1–6.
9. Cotogni P., Stragliotto S., Ossola M. et al. The Role of Nutritional Support for Cancer Patients in Palliative Care // Nutrients. 2021. Vol. 13. N. 2. P. 1–16.
10. De Ruyscher D., Faivre-Finn C., Nackaerts K. et al. Recommendation for supportive care in patients receiving concurrent chemotherapy and radiotherapy for lung cancer // Annals of oncology: official journal of the European Society for Medical Oncology. 2020. Vol. 31. N. 1. P. 41–49.
11. Giordano G., Cincione R. I., Losavio F. et al. Pancreatic Enzyme Replacement and Nutritional Support With nab-Paclitaxel-based First-Line Chemotherapy Regimens in Metastatic Pancreatic Cancer // The oncologist. 2023. Vol. 28. N. 9. P. 793–800.
12. Krzywon A., Kotylak A., Cortez A. J. et al. Influence of nutritional counseling on treatment results in patients with head and neck cancers // Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.). 2023. Vol. 116. P. 1–8.
13. Lin T., Yang J., Hong X. et al. Nutritional status in patients with advanced lung cancer undergoing chemotherapy: a prospective observational study // Nutrition and cancer. 2020. Vol. 72. N. 7. P. 1–6.
14. Ryu H., Song C., Kim J. S. et al. Role of prognostic nutritional index in postoperative radiotherapy for non-small cell lung cancer // Thoracic cancer. 2023. Vol. 14. N. 28. P. 2859–2868.
15. Song H.X., Wei S.H., An G.H. et al. Effect of sequential vs. non-sequential early enteral nutrition therapy on nutritional status, recovery, and quality of life of patients with esophageal cancer // European review for medical and pharmacological sciences. 2023. Vol. 27. N. 16. P. 7590–7596.

## Наши авторы

**Abdullaev M.** — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

**Abramov D.** — Postgraduate student, Ulyanovsk State University; Anesthesiologist, Ulyanovsk Regional Clinical Hospital for War Veterans

**Aliyeva P.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «DSMU», Honored Scientist of the Republic of Dagestan

**Amelyutin E.** — Docent, MIREA — Russian Technological University

**Asbaganov S.** — Candidate of Biological Sciences, senior researcher, Federal State Budgetary Institution of Science Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

**Baklanov M.** — Director, CHUZ «Clinical Hospital “Russian Railways-Medicine” of the city of Krasnodar»

**Bilgaeva L.** — Associate Professor, East Siberia State University of Technology and Management

**Bogdasarov A.** — Doctor of Medical Sciences, Ulyanovsk State University

**Chemurzieva A.** — Ingush State University

**Chernova A.** — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Penza State University»

**Chernysheva E.** — Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

**Choodu B.** — Graduate student, Federal State Budgetary Institution of Science Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

**Chuikova V.** — Postgraduate Student, FSAEI of HE I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)

**Chumazova N.** — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), Moscow

## Our authors

**Dalbaeva E.** — Postgraduate student, Research Engineer, FITZ «Yakut Scientific Center SB RAS» — a separate division Institute of Oil and Gas Problems SB RAS

**Davidyan L.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Ulyanovsk State University

**Dmitriev Yu.** — Master’s student, East Siberia State University of Technology and Management

**Dolakov I.** — Candidate of Medical Sciences, senior lecturer, Ingush State University; surgeon of the highest category. RSO-A, Prigorodny district, Mayskoye village

**Egorov A.** — Postgraduate student, North-Eastern Federal University, NEFU, (Yakutsk)

**Ermolaev A.** — QA-Engineer, Internet agency «INTERVOLGA»; Undergraduate, Volgograd State Technical University

**Erofeevskaya L.** — Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Yakut Scientific Center SB RAS — a separate division Institute of Oil and Gas Problems SB RAS; Associate Professor, Mining Institute of NEFU named after M.K. Ammosov

**Evsyukov V.** — Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Novosibirsk National Research State University»

**Filippov R.** — Northern State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Arkhangelsk)

**Gezgieva R.** — Candidate of Medical Sciences, Senior lecturer, Ingush State University; surgeon of the highest category

**Golderova A.** — Doctor of Medicine, North-Eastern Federal University, NEFU, (Yakutsk)

**Goncharov V.** — Northern State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Arkhangelsk)

**Gotovtsev R.** — Laboratory assistant, North-Eastern Federal University, NEFU, (Yakutsk)

**Kabulova I.** — Candidate of Medical Sciences, Assistant of Professor, North Ossetian State Medical Academy

**Kalashnik D.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kuban State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Krasnodar; The therapist of the highest category, the head of the reception department, CHUZ «Clinical Hospital “Russian Railways-Medicine” of the city of Krasnodar»

**Kantemirova B.** — Professor, Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

**Karabasova A.** — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

**Khairulaev M.** — Chief physician of the State Budgetary Institution of the Republic of Dagestan «Republican Dermatovenerological Dispensary», doctor of the highest category, chief freelance specialist in dermatovenerology and cosmetology of the Republic of Dagestan

**Khalin Yu.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, South-West State University

**Kharchenko P.** — Doctor of Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Advisor, All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology (Moscow)

**Khudonogov D.** — Researcher, Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo

**Khupieva R.** — Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation

**Kirilova E.** — Northern State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Arkhangelsk)

**Kitaeva V.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Ulyanovsk State University

**Kondrashova E.** — k.f. — M.Sc., Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), Moscow

**Kotelnikova I.** — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation

**Kultchiev A.** — Doctor of Medical Sciences, professor, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)

**Kulyasova O.** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, State Agrarian University of Northern Trans-Urals (Tyumen)

**Kuzmichev B.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation

**Leonova O.** — Candidate of Technical Sciences, docent, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**Marusov D.** — Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Novosibirsk National Research State University»

**Matseevich T.** — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» (NRU MGSU), Moscow

**Min'kova Ya.** — Junior Research Associate, All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology (Moscow)

**Moskalev E.** — Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation

**Nabigulaeva Z.** — Deputy chief physician for organizational and methodological work of the State Budgetary Institution of the Republic of Dagestan «Republican Dermatovenerological Dispensary», doctor of the highest category, dermatovenerologist

**Nadeikina O.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Penza State University»

**Nazarova L.** — Junior Researcher, Laboratory of Laboratory of Applied Genomics and Crop Breeding, All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology (Moscow)

**Nikitenko M.** — Candidate of Technical Sciences, Head of Laboratory, Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo

**Nikitina E.** — Junior Researcher, Laboratory of Laboratory of Applied Genomics and Crop Breeding, All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology (Moscow)

**Nikolaeva I.** — Researcher, North-Eastern Federal University, NEFU, (Yakutsk)

**Novikova A.** — Post-graduate student, Moscow City University (MCU)

**Panikhin P.** — Junior researcher, Federal State Budgetary Institution of Science Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

**Perisaeva E.** — Assisstant, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)

**Pogorelskiy A.** — Research engineer, Nikitsky Botanical Garden — National science center, Yalta

**Polskikh S.** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Voronezh State Agrarian University Emperor Peter I

**Popinako Ya.** — Engineer, Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo

**Potekhina E.** — Doctor of Economic Sciences, Professor, FSBEI HE «Russian State Social University»

**Protasov P.** — Graduate student, FSBEI HE «Russian State Social University»

**Razumova O.** — PhD, Senior Researcher, Laboratory of Laboratory of Applied Genomics and Crop Breeding, All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology (Moscow)

**Romantsov V.** — Laboratory Assistant, Kuban State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Krasnodar; Doctor of the emergency department, Hospital of the Federal Medical Institution «MSCH of the Ministry of Internal Affairs of Russia in the Krasnodar Territory», Krasnodar

**Romashkova O.** — Doctor of Engineering, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow

**Rudkov Ya.** — MIREA — Russian Technological University

**Rusakov A.** — Senior lecturer, MIREA — Russian Technological University

**Ryabaya I.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Northern State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Arkhangelsk)

**Saltykova A.** — Arctic State Agrotechnological University

**Seidova S.** — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Astrakhan

**Selin A.** — Docent, MIREA — Russian Technological University

**Shabunya E.** — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Penza State University»

**Shadieva Ya.** — Ingush State University

**Shvetsova V.** — Candidate of Technical Sciences, docent, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**Sizov A.** — Doctor of Technical Sciences, Professor, South-West State University

**Smolkina A.** — Doctor of Medical Sciences, professor, Ulyanovsk State University

**Solovykh N.** — Candidate of Biological Sciences, Federal State Budgetary Institution «Federal Scientific Center named after I.V. Michurina»

**Spiridonova E.** — PhD student, Ulyanovsk State University

**Sultanova O.** — Assistant, Astrakhan State Medical University Ministry of Health of Russia

**Tarasova I.** — Software engineer, LLC «Antiphishing» (Saint-Peterburg)

**Tarasova P.** — Assistant, Northern State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Arkhangelsk)

**Tereshenko A.** — Postgraduate, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk

**Tiunova I.** — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Penza State University»

**Troev I.** — Senior Researcher, North-Eastern Federal University, NEFU, (Yakutsk)

**Tsallagova L.** — Honored Doctor of the Russian Federation, Doctor of Medical Sciences, Professor, North Ossetian State Medical Academy

**Velikanov V.** — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Volgograd State Technical University

**Vit A.** — Postgraduate student, FITZ «Yakut Scientific Center Siberian Branch Russian Academy of Sciences»

**Vopaev A.** — Assistant, clinical residency, St. Petersburg State University

**Voronov A.** — Postgraduate student, South-West State University

**Vysotskaya I.** — Ph.D., Professor, FSAEI of HE I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)

**Zhuravlev K.** — Northern State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Arkhangelsk)

**Zotov A.** — MIREA — Russian Technological University

## 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 допускается.
- ◆ 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) ).