

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 11 2021 (НОЯБРЬ)

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

Журнал издается с 2011 года.

### Редакция:

Главный редактор  
**А.В. Царегородцев**  
Выпускающий редактор  
**Ю.Б. Миндлин**

Подписной индекс издания  
в каталоге агентства «Пресса России» — 80016  
В течение года можно произвести подписку  
на журнал непосредственно в редакции.

### Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью  
**«Научные технологии»**

Адрес редакции и издателя:  
109443, Москва, Волгоградский пр-т, 116-1-10  
Тел/факс: 8(495) 142 8681  
E-mail: [redaktor@nauteh.ru](mailto:redaktor@nauteh.ru)  
<http://www.nauteh-journal.ru>

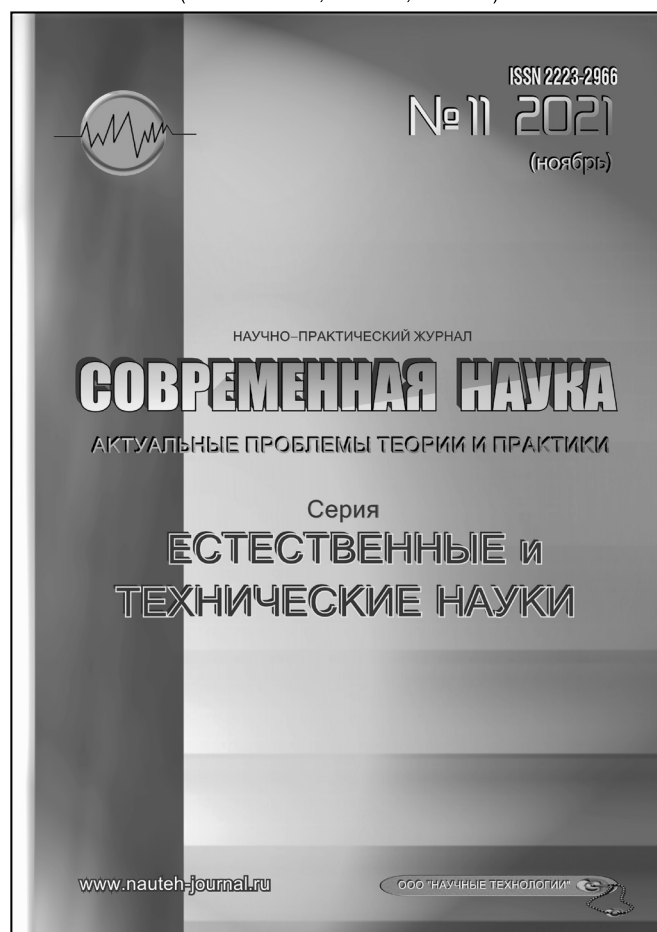
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



### В НОМЕРЕ:

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ, ИНФОРМАТИКА,  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА  
И УПРАВЛЕНИЕ,  
КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Авторы статей несут полную ответственность  
за точность приведенных сведений, данных и дат.

При перепечатке ссылка на журнал  
«Современная наука:  
Актуальные проблемы теории и практики» обязательна.

Журнал отпечатан в типографии  
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296  
Подписано в печать 25.11.2021 г. Формат 84x108 1/16  
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



## Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## Общая биология

**Баранов А.А., Курносенко Д.В., Хорош И.А.** — Эколого-орнитологическая характеристика аэропорта «Черемшанка» (аэроузла «Красноярск») в зимний период  
*Baranov A., Kurnosenko D., Khorosh I.* — Ecological and ornithological characteristics of Cheremshanka airport (Krasnoyarsk air hub) in winterd. .... 7

**Джафаров Мирмуса Мириш, Азадалиева Саадет Фазахим, Гусейнова Сенем Исмаил, Бабаева Ирада Таги** — Синтез наночастиц серебра дрожжевыми грибами *Saccharomyces ellipsoideus* Bdu – Xr1 в светлой и темной среде  
*Jafarov Mirmusa Mirish, Azadaliyeva Saadat Fazahim, Huseynova Sanam İsmayıl, Babayeva İrada Tagı* — The dependance of the synthesis of silver nanoparticles by *saccharomyces Ellipsoideus* Bdu – Xr1 yeast fungus on light and dark environment ..... 11

**Корниенко В.О., Котюк П.Ф., Яицкий А.С.** — Влияние переменного магнитного поля (1–14 мТл) на рост и развитие кукурузы сахарной  
*Kornienko V., Kotyuk P., Yaitsky A.* — The influence of an alternating magnetic field of 1 to 14 millitesla on the growth and ontogenesis of *Zea mays* L. (sugar corn) ..... 17

**Корниенко В.О., Яицкий А.С.** — Механическая устойчивость и аварийность древесных растений, произрастающих вдоль улицы Кирова города Донецка  
*Kornienko V., Yaitsky A.* — Mechanical stability and accident rate of woody plants growing along Kirov street of Donetsk city ..... 24

**Леонтьев В.В.** — К биологии гладкой бронзовки *Protaetia speciosissima* (Scopoli, 1786)  
*Leontyev V.* — Biology of smooth bronze *Protaetia speciosissima* (Scopoli, 1786). .... 33

**Лукашина Л.С., Никонорова Д.В., Потютко О.М.** — Эколого-фаунистическая характеристика зоопланктона водотоков национального парка «Красноярские Столбы»  
*Lukashina L., Nikonorova D., Potyutko O.* — Ecological and faunistic characteristics of zooplankton of the Krasnoyarskie Stolby national park water currents. .... 39

**Магеррамова С.Г.** — Патогенетические аспекты иммунного ответа при локально-инфекционно-воспалительных заболеваниях и сепсисе у детей раннего возраста  
*Maharramova S.* — Patogenetic aspects of immune response to local infectious-inflammatory diseases and sepsis in infants ..... 43

**Никонорова Д.В., Лукашина Л.С., Потютко О.М.** — Зообентос малых водотоков национального парка «Красноярские Столбы»  
*Nikonorova D., Lukashina L., Potyutko O.* — Zoobenthos of small watercourses of the national park «Krasnoyarskie Stolby» ..... 49

**Сосков А.В., Стрельцов А.Б.** — Биоиндикационная оценка влияния железнодорожного транспорта на качество окружающей среды  
*Soskov A., Streltsov A.* — Bioindication assessment of the impact of railway transport on environmental quality ..... 55

## Информатика, вычислительная техника и управление

**Брыкин Д.О., Пестова С.Ю.** — Разработка алгоритмов для информационной системы построения оптимального маршрута доставки  
*Brykin D., Pestova S.* — Development of algorithms for the information system for constructing the optimal delivery route ..... 59

**Васильев И.С.** — Прототипирование системы динамической терморегуляции: выбор компонентов для демонстрационного прототипа  
*Vasiliev I.* — Prototyping a dynamic thermoregulation system: selecting components for a demonstration prototype ..... 65

<b>Гурин А.А.</b> — Нейросетевой подход автоматического определения тональности текста на русском языке <i>Gurin A.</i> — Neural network approach to automatic detection of the text information in Russian .....69	<b>Тихонов М.Р., Акуленок М.В., Шикла О.С.</b> — Применение процессного подхода для комбинирования технологий оценки рисков <i>Tikhonov M., Akulenok M., Shikula O.</i> — Application of a process approach to combine risk assessment technologies .....108
<b>Матрохина К.В.</b> — Поддержка принятия маркетинговых решений на основе методов нечеткого управления <i>Matrokhina K.</i> — Support for marketing decisions based on fuzzy control methods .....74	<b>Трофимец Е.Н., Трофимец В.Я.</b> — Анализ существующих формальных подходов к определению понятия «сложная задача» <i>Trofimets E., Trofimets V.</i> — Analysis of existing formal approaches to the definition of the concept «the complexity of the task» .....113
<b>Муртазина А.Р., Шерстова А.Г.</b> — Концепция виртуальной примерочной на основе создания 3D-модели человека, с помощью открытых программ <i>Murtazina A., Sherstova A.</i> — The concept of a virtual fitting room based on the creation of a 3D model of a person, using open programs .....79	<b>Хассанин Хатем Мохамед Абдель Максуд</b> — Распознавание сепсиса в отделении интенсивной терапии новорожденных с использованием искусственной нейронной сети <i>Hassanin Hatem Mohamed Abdel Maksoud</i> — Sepsis recognition in the department of intensive newborn therapy using an artificial neural network ...117
<b>Новиков С.В.</b> — Управление виртуальной инфраструктурой облачных решений IaaS <i>Novikov S.</i> — Virtual infrastructure management of IaaS cloud solutions .....83	<b>Клиническая медицина</b>
<b>Симанков В.С., Величко А.А.</b> — Комплексная система обеспечения безопасности объекта управления на основе ситуационного центра <i>Simankov V., Velichko A.</i> — Integrated security system of the management facility based on the situation center. ....87	<b>Бояркин Е.В., Беляев А.Н., Беспалов Н.Н., Паркин П.Н., Бабась Д.В., Майоров А.В.</b> — Способ лечения механической желтухи отрицательными аэроионами <i>Boyarkin E., Belyaev A., Bespalov N., Parkin P., Babas' D., Majorov A.</i> — Method for treatment of mechanical jaundice with negative aeroions .....125
<b>Сиротина Н.А.</b> — Краткосрочное управление природно-ресурсным потенциалом Пермского края с использованием конечно-разностных моделей <i>Sirotnina N.</i> — Natural resource potential short-term management using finite-difference models of the Perm Region .....94	<b>Гулиева С.В., Гареева Г.Г.</b> — Медико-биологические аспекты воздействия ионизированного облучения на организм человека <i>Guliyeva S., Garayeva G.</i> — Biomedical aspects of the effects of ionized radiation on the human body .....132
<b>Студеникин А.В.</b> — Алгоритм скрытого информационного обмена в системах передачи информации с кодовым разделением каналов на основе хаотического применения ортогональных кодовых последовательностей <i>Studenikin A.</i> — Algorithm of covert information exchange in information transmission systems with code division multiple access based on chaotic application of orthogonal code sequences. ....102	<b>Жалилов А.К., Вищипанов А.С.</b> — Хирургическая реваскуляризация миокарда при остром коронарном синдроме. Обзор литературы <i>Jalilov A., Vischipanov A.</i> — Surgical myocardial revascularization in acute coronary syndrome. Review. ....139



- Журбенко В.А., Маринкина А.А.** —  
Стоматологические проявления у пациентов,  
страдающих гастроэзофагиальной рефлюксной  
*Zhurbenko V., Marinkina A.* — Dental manifestations  
in patients with gastroesophageal reflux disease. . . . .145
- Колесников О.Л., Колесникова А.А.,  
Тарабрина Ю.О.** — Ингибиторы  
натрий-глюкозного котранспортера  
способны положительно влиять  
на состояние головного мозга  
*Kolesnikov O., Kolesnikova A., Tarabrina Yu.* —  
Sodium-glucose cotransporter inhibitors  
can positive affect the state of the brain . . . . .149
- Конопацкова О.М., Станчина Ю.В.** —  
Оценка тактики врача при первом обращении  
пациентов с пигментными опухолями кожи  
*Konopatskova O., Stanchina Yu.* — Assessment  
of the doctor's tactics at the first admission  
of patients with skin pigmental tumors . . . . .154
- Надилова З.А., Далгатова А.А., Горелова В.Г.,  
Ибрагимова Э.И., Далгатова Г.А.** —  
Патогенетические особенности фиброгенеза  
при хронических заболеваниях печени  
*Nadirova Z., Dalgatova A., Gorelova V., Ibragimova E.,  
Dalgatova G.* — Pathogenetic features  
of fibrogenesis in chronic liver diseases . . . . .158
- Надилова З.А., Далгатова А.А., Горелова В.Г.,  
Ибрагимова Э.И., Далгатова Г.А.** — Динамика  
показателей цитокинов при лечении больных ХГ  
С ПегИНФ- $\alpha$ -2а и рибавирином  
*Nadirova Z., Dalgatova A., Gorelova V., Ibragimova E.,  
Dalgatova G.* — Dynamics of cytokine indices  
in the treatment of HCG patients  
with PegINF- $\alpha$ -2a and ribavirin . . . . .164
- Полонская Л.С.** — Научные основы организации  
медико-социальной помощи по профилактике  
внематочной беременности женщинам  
позднего репродуктивного возраста  
в амбулаторно-поликлинических условиях  
*Polonskaya L.* — Scientific foundations  
of the organization of medical and social  
assistance for the prevention of ectopic  
pregnancy for women of late reproductive  
age in outpatient conditions . . . . .169
- Саидов М.С., Саидова Б.С., Кормасова М.А.-А.,  
Саидова З.С., Касумова А.М., Кабартиева Ю.А.** —  
Лабораторная диагностика и чувствительность  
к антибиотикам возбудителей менингитов  
менингококковой этиологии  
*Saidov M., Saidova B., Korkmasova M., Saidova Z.,  
Kasumova A., Kabartieva Yu.* — Laboratory  
diagnostics and sensitivity to antibiotics  
of causes of meningitis of meningococcal etiology . . . .173
- Синенченко А.Г., Краснов А.А.,  
Синенченко Г.И.** — Анализ клинических  
и социально-психологических факторов,  
определяющих тяжесть суицидального  
поведения, приводящего к сочетанной травме  
(по материалам многопрофильного стационара)  
*Sinenchenko A., Krasnov A., Sinenchenko G.* —  
Analysis of clinical and socio-psychological factors  
determining the severity of suicidal behavior  
leading to combined trauma (based  
on the materials of a multidisciplinary hospital) . . . . .179
- Солтанова И.Ф.** — Клинико-прогностический  
анализ экспрессии PD-L1 и COX-2  
*Soltanova I.* — Clinical and prognostic  
analysis of the expression of PD-L1 and COX-2 . . . . .183
- Стасевич Н.Ю., Полонская Л.С., Гаджиева М.Ш.** —  
Анализ структуры онкологической патологии  
среди женского населения г. Москвы  
*Stasevich N., Polonskaya L., Gadzhieva M.* —  
Analysis of the structure of oncological pathology  
among the women population of Moscow . . . . .188
- Тимербулатов М.В., Сендерович Е.И.,  
Ирназаров Ф.Р., Гришина Е.Е., Аитова Л.Р.,  
Зиганшин Т.М.** — Обзор хирургического  
лечения первичных опухолей забрюшинного  
пространства  
*Timerbulatov M., Senderovich E., Irnazarov F.,  
Grishina E., Aitova L., Ziganshin T.* — Review  
of surgical treatment for primary  
retroperitoneal tumors . . . . .193
- Тишакова В.Э., Ручкин Д.В., Грицкевич А.А.,  
Ефименко Н.А.** — Результаты проксимальной  
резекции желудка в зависимости от методов  
реконструкции желудочно-кишечного тракта  
*Tishakova V., Ruchkin D., Gritskevich A.,  
Efimenko N.* — Results of the proximal gastric  
resection depending on methods  
of gastrointestinal tract reconstruction . . . . .198

<i>Устюжина А.С., Пахомов С.П., Алтухова О.Б.</i> — Влияние менструальной и репродуктивной функций на развитие пролапса тазовых органов <i>Ustyuzhina A., Pakhomov S., Altukhova O.</i> — Influence of menstrual and reproductive functions on the development of pelvic organ prolapse. ....205	<i>Халеев И.А., Шапкин Ю.Г., Стекольников Н.Ю., Селиверстов П.А.</i> — Маркеры дисфункции эндотелия в прогнозе развития органной недостаточности у больных с тяжёлыми формами рожи <i>Khaleev I., Shapkin Yu., Stekolnikov N., Seliverstov P.</i> — Markers of endothelial dysfunction in predicting the development of organ failure in patients with severe forms of erysipelas ....215
<i>Хайдарова Ю.М., Курманова Г.М., Сейжанова Б.Б., Курманбекова М.Б.</i> — Трудности дифференциальной диагностики раннего серонегативного спондилоартрита в условиях эпидемической зоны по бруцеллезу <i>Khaidarova Yu., Kurmanova G., Seizhanova B., Kurmanbekova M.</i> — Difficulties of differential diagnosis of early seronegative spondyloarthritis in an endemic brucellosis zone. ....208	<i>Цветкова М.А., Сохов С.Т.</i> — Оптимизация сбора анамнеза на ортодонтическом приеме <i>Tsvetkova M., Sohov S.</i> — Optimization of anamnesis collection before orthodontic treatment. ....222
	Информация
	Наши авторы. Our Authors .....230
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале ....223

DOI 10.37882/2223–2966.2021.11.01

## ЭКОЛОГО-ОРНИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОПОРТА «ЧЕРЕМШАНКА» (АЭРОУЗЛА «КРАСНОЯРСК») В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

### ECOLOGICAL AND ORNITHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CHEREMSHANKA AIRPORT (KRASNOYARSK AIR HUB) IN WINTER

**A. Baranov**  
**D. Kurnosenko**  
**I. Khorosh**

*Summary.* In the presented work, an analysis of the ecological and ornithological situation in the area of the Cheremshanka airport (Krasnoyarsk air hub) in winter is carried out. The influence of avifauna on the safety of civil aircraft flights has been determined. Specific measures are proposed to reduce (exclude) bird collisions with aircraft.

*Keywords:* Cheremshanka airport, flight safety, collision of aircraft with birds, ecological and ornithological characteristics, winter period.

**Баранов Александр Алексеевич**

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Красноярский  
государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева», г. Красноярск  
abaranov@kspu.ru

**Курносенко Денис Валерьевич**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Красноярский  
государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева», г. Красноярск  
kurnosenkodenis@mail.ru

**Хорош Иван Алексеевич**

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Красноярский  
государственный аграрный университет»  
khorth@mail.ru

*Аннотация.* В представленной работе проведен анализ эколого-орнитологической обстановки в районе аэропорта «Черемшанка» (аэроузла «Красноярск») в зимний период. Определено влияние авиафауны на безопасность полётов гражданских воздушных судов. Предложены конкретные меры для снижения (исключения) столкновения птиц с воздушными судами.

*Ключевые слова:* аэропорт «Черемшанка», безопасность полётов, столкновение воздушных судов с птицами, эколого-орнитологическая характеристика, зимний период.

**С**толкновение с птицами (англ. bird strike) — термин, означающий столкновение в воздухе либо при передвижении по земной (водной) поверхности между летательным аппаратом и птицей (птицами). Является одним из важных факторов, способных в значительной мере воздействовать на безопасность полётов. Имеет большое значение. Так Международная организация гражданской авиации ежегодно регистрирует порядка 5400 столкновений воздушных судов с птицами [5].

#### Актуальность исследования

В гражданской авиации безопасность полётов занимает приоритетное место. Как уже было сказано выше, одним из факторов обеспечения безаварийной деятельности гражданской авиации является исключение, или уменьшение количества случаев столкновения самолётов (вертолётов) с птицами. В связи с этим проблема наличия точной эколого-орнитологической характеристики зоны вокруг конкретного аэропорта,

(в нашем случае аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск») и создание подробного орнитологического паспорта, а также научно обоснованные меры способные нивелировать угрозы, которые представляет орнитофауна для гражданских воздушных судов, представляется нам весьма актуальным.

К сожалению, приходится констатировать, что проводимые исследования в данной области, для аэродрома «Черемшанка», до настоящего времени являлись эпизодическими и, определённо требовали продолжения и систематизации.

Кроме того, актуальность исследования вызвана возможным ростом риска столкновений птиц с гражданскими воздушными судами, в связи с предполагаемым увеличением полётов (после снятия ограничений вызванных пандемией COVID-19), которое вытекает из развития всего аэроузла (в первую очередь введение в строй нового пассажирского терминала и строительства магистральной рулежной дорожки на всю длину взлетно-посадочной полосы (далее — ВПП)

в международном аэропорту «Красноярск», который также входит в состав одноименного аэроузла).

### Цели и задачи исследования

Дать общую характеристику эколого-орнитологической обстановке зоны аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск» в зимний период. Выяснить влияние птиц на безопасность полётов.

Для достижения поставленной цели, нами предусматривалось решение следующего ряда задач:

1. выявить какие виды птиц встречаются на территории 15 километровой зоны аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск» в зимний период;
2. определить какие из выявленных видов птиц представляют наибольшую опасность для воздушных судов;
3. выявить имели ли место случаи столкновения птиц с воздушными судами в районе аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск» в рассматриваемый период;
4. на основании проведенных исследований предложить комплекс мероприятий, направленных на орнитологическое обеспечение безопасности полётов для аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск».

### Объект исследований

Территория 15 километровой зоны вокруг аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск».

### Предмет исследований

Влияние орнитологической обстановки на безопасность полётов для аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск» в зимний период.

### Методы

Проведённое исследование осуществлялось общезвестными аналитическими методами. Основными способами получения, обобщения, систематизации и интерпретации полученной информации и статистических данных были описательный метод, исторический метод, анализ и синтез.

### Методика исследования

Экспериментальные исследования проводились на территории 15 километровой зоны вокруг аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск».

Для получения эколого-орнитологической характеристики, помимо видового анализ и выявления самолётоопасных видов птиц в процессе пешего осмотра, периодических осмотра с воздушных судов и осмотра местности с применением беспилотных летательных аппаратов (по предварительному согласованию с органами управления воздушным движением) применялся анонимный опрос лётного и инженерно-технического состава.

### Практическая значимость

Проведенный нами комплекс исследований эколого-орнитологической обстановки зоны аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск» могут быть рекомендованы для использования в качестве исходного теоретического обоснования для выработки конкретных практических мер для обеспечения безопасности полётов в орнитологическом отношении для конкретного аэропорта в различные времена года (в данном случае в зимний период).

Аэропорт «Черемшанка» — региональный аэропорт краевого центра Красноярского края — города Красноярска. ВПП аэропорта «Черемшанка» расположена в 1700 метрах к северо-востоку от ВПП международного аэропорта «Красноярск».

Большинство видов птиц, обитающих в 15-и километровой зоне аэродрома «Черемшанка», как и на всей прочей территории Российской Федерации (и всего мира), обладают определённым потенциалом опасности для воздушных судов — различным для каждого из видов птиц.

Так согласно проводимым в разные годы в нашей стране орнитологическим исследованиям, дифференциация птиц по числу столкновений с воздушными судами выглядит следующим образом: по частоте столкновений с воздушными судами лидируют чайки — 35% от общего числа зарегистрированных случаев. Чуть меньше около 17%, приходится на долю воробьинообразных и стрижей — 17%. Голуби становятся виновниками 16% столкновений с воздушными судами, на доли дневных хищных птиц и водоплавающих приходится по 10%, а так называемых врановых — 7% [4].

Сезонность в определении самолётоопасных видов также имеет значение [2].

Традиционно для набора условий нашей страны максимальной опасностью для полётов характеризовался июль — в среднем 26,5% столкновений от общего их объёма, а в целом вторая половина лета — время присутствия в популяциях большого количества моло-

дых птиц, не имеющих достаточного опыта, позволяющего в той или иной степени предотвращать опасные контакты с воздушными транспортными средствами [3].

В дополнение к выше приведенному утверждению на основании исследований, проведенных с момента открытия аэропорта «Черемшанка» по 15 декабря 2018 года и анализа данных полученных в ходе опроса летного и технического состава, мы располагаем сведениями минимум о пяти незарегистрированных случаях столкновения птиц с воздушными судами в районе аэропорта «Черемшанка» (при этом официально зарегистрированные случаи отсутствуют), которые произошли в теплое время года [1].

Таким образом в зимний период вероятность столкновения воздушного судна с птицами является маловероятной (но присутствующей).

Зимний состав авиафауны вокруг аэропорта «Черемшанка» начинает формироваться уже во второй половине октября и к середине декабря в окрестностях аэродрома остаются только зимующие виды птиц, а именно 22 вида: Бородатая неясыть, Длиннохвостая неясыть, Воробей домовый, Воробей полевой, Ворон, Гаичка буроголовая, Гаичка черноголовая, Дубонос обыкновенный, Дятел пестрый, Дятел седой, Черный дятел, Желна, Глухарь обыкновенный, Рябинник, Рябчик, Свиристель, Сизый голубь, Синица большая, Сорока, Снегирь обыкновенный, Черная ворона, Чернозобый дрозд (частично зимующий вид).

Опасность для воздушных судов представляют прежде всего виды, биотопически приуроченные к зоне аэропорта и его близлежащим окрестностям — черная ворона, сорока, полевой и домовый воробей. Также определенную опасность в этот период составляют стайные виды, встречающиеся только в холодное время года — большая синица, свиристель, рябинник и чернозобый дрозд. Три последних вида в поисках корма довольно часто пролетают через ВПП аэропорта, поскольку они связаны с плодово-ягодными насаждениями населенных пунктов, дачных и садовых участков.

Мы можем утверждать, что проблема обеспечения орнитологической безопасности полётов в районе аэ-

ропорта существует и требует принятия практических шагов для её решения.

В качестве конкретных практических мер, целесообразно на территории аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск» провести комплекс мероприятий для большего обеспечения безопасности полётов в орнитологическом отношении. Рекомендуется, помимо использования штатных пиротехнических средств отпугивания птиц (требующих контроля со стороны персонала), установить акустические и ультразвуковые отпугиватели, которые могут работать полностью автоматизировано.

## ВЫВОДЫ

1. Эколого-орнитологическая обстановка аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск» в зимний период характеризуется наличием характерными для Восточной Сибири 22 видов оседлых и оседлокочующих птиц (всего в различные времена года на территории аэропорта встречаются 109 видов).
2. В целом в зимний период времени в районе аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск» для воздушных судов вероятность столкновения с птицами крайне мала (но не исключена).
3. Из встречающихся на территории аэропорта «Черемшанка» видов птиц высокой степенью опасности для воздушных судов в зимний период обладают врановые и воробьинообразные.
4. На территории аэропорта «Черемшанка» и в его окрестностях необходимо провести мероприятия по устранению мест ночевки врановых и ликвидации несанкционированных свалок.
5. Непосредственно на территории аэропорта «Черемшанка» необходимо провести мероприятия для большего обеспечения безопасности полётов в орнитологическом отношении (помимо штатных пиротехнических средств, целесообразно установить акустические и ультразвуковые отпугиватели птиц).
6. Необходимо продолжить работы по уточнению эколого-орнитологической обстановки аэропорта «Черемшанка», аэроузла «Красноярск», выявить и описать её составляющие в динамике.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Курносенко Д.В. Эколого-орнитологическая характеристика аэропорта «Черемшанка» (аэроузла «Красноярск») и её влияние на безопасность полётов гражданских воздушных судов / Д.В. Курносенко, А.А. Баранов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2019. № 4. С. 7–10.
2. Кухта А.Е. Концептуальные подходы к орнитологическому обеспечению безопасности полётов воздушных судов / А.Е. Кухта, Н.П. Большакова, А.В. Мацюра // Вестник Тувинского государственного университета. № 2 Естественные и сельскохозяйственные науки. 2017. № 2 (33). С. 96–105.

3. Рыжов С.К. Столкновения гражданских воздушных судов с птицами в России в 2008 г. Аналитические материалы / С.К. Рыжов // журнал «Авиатранспортное обозрение», г. Москва, № 102, 2009 г.
4. Шитов В.В. Птицы в авиации: агрессоры или жертвы? / В.В. Шитов // Журнал «Гражданская авиация», г. Москва, № 4 (812), 2012 г.
5. Эксперт: В год происходит более 5 тысяч столкновений самолетов с птицами. Российская газета [Электронный ресурс] // URL: <https://rg.ru/2019/08/16/reg-cfo/ekspert-v-god-proishodit-bolee-5-tysiach-stolknovenij-samoletov-s-pticami.html>. (Дата обращения: 11.08.2021).

© Баранов Александр Алексеевич ( abaranov@kspu.ru ),

Курносенко Денис Валерьевич ( kurnosenkodenis@mail.ru ), Хорош Иван Алексеевич ( khorth@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева

# СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ДРОЖЖЕВЫМИ ГРИБАМИ SACCHAROMYCES ELLIPSOIDEUS BDU—XR1 В СВЕТЛОЙ И ТЕМНОЙ СРЕДЕ

## THE DEPENDANCE OF THE SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES BY SACCHAROMYCES ELLIPSOIDEUS BDU — XR1 YEAST FUNGUS ON LIGHT AND DARK ENVIRONMENT

**M. Jafarov  
S. Azadaliyeva  
S. Huseynova  
I. Babayeva**

*Summary.* As a result of the research, the ability of *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 yeast fungus to synthesise silver nanoparticles was observed both in change of color of reaction mixture in a light and dark environment, and during the spectrophotometric analysis. During the UV — Vis spectrophotometric analysis, incubation in the dark environment showed 414 nm length peak. Incubation in the light environment showed 409 nm length peak. While observed under the scanning electron microscope, there were distinguished 17,2 nm spheric silver nanoparticles in the sample incubated in dark environment. The dark environment is the most optimal one for this strain.

*Keywords:* light and dark, yeast fungus, *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1, silver nanoparticles, UV spectrum, scanning electron microscope, X-ray spectrum.

**В** поисках эффективных способов синтеза наночастиц, исследователи стараются использовать в этом процессе различные организмы. Вначале, для этой цели были использованы бактерии, которых далее сменили грибы, а позже — растения. В последнее время наблюдается тенденция повышения интереса к изучению различных наночастиц, в частности, наночастиц разнообразных металлов [9–11, 17, 21].

Одним из самых эффективных методов является получение наночастиц с помощью микроорганизмов. Для этой цели используются плесневелые грибы, бак-

**Джафаров Мирмуса Мириш**  
Д.б.н., профессор, Бакинский Государственный  
Университет  
safarov.67@mail.ru

**Азадалиева Саадет Фазахим**  
Докторант, Бакинский Государственный  
Университет  
azadaliyevaseadet@gmail.com

**Гусейнова Сенем Исмаил**  
Д.ф.н. по биологии, старший преподаватель,  
Бакинский Государственный Университет  
aliyeva.senem@mail.ru

**Бабаева Ирада Тагу**  
Д.ф.н. по биологии, доцент, Бакинский  
Государственный Университет  
iradah828@gmail.com

*Аннотация.* На основе проведенных исследований было выявлено, что способность дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 синтезировать наночастицы серебра была выявлена как изменением цвета реакционной смеси при светлой и темной среде, так и в результате спектрофотометрического анализа. При спектрофотометрическом анализе UV — Vis, при инкубации в темной среде был обнаружен пик с длиной волны 414 нм. При инкубации же в светлой среде — пик с длиной волны 409 нм. В образце, инкубированном в темной среде, под сканирующим электронным микроскопом были обнаружены наночастицы серебра сферической формы диаметром в 17,2 нм. Таким образом, оптимальным вариантом для данного штамма является темная среда.

*Ключевые слова:* свет и тень, дрожжевой гриб, *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1, наночастицы серебра, спектр-УФ, сканирующий электронный микроскоп, рентгеновский спектр.

тери и дрожжевые грибы. В результате исследований, проведенных учеными за последние годы было установлено, что из всех микроорганизмов именно вышеуказанные грибы способны синтезировать различные неорганические наночастицы, такие как Ag, Au, ZnS, CdS и AgS [6, 8, 13, 18, 22].

Использование биологических объектов при синтезе наночастиц позволяет увеличивать размеры и биомассу получаемых частиц. Широкие перспективы открываются при участии в этом процессе плесневелых и дрожжевых грибов, а также бактерий [14, 15, 20].

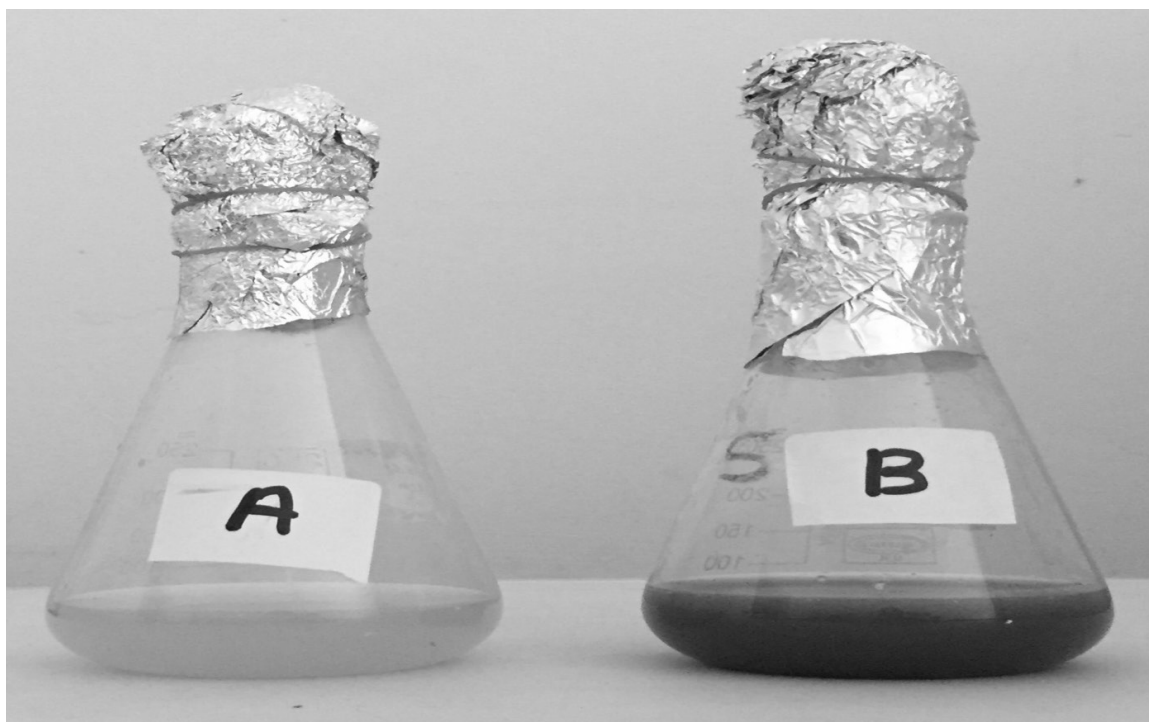


Рис. 1. Потемнение реакционной смеси при инкубации штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 в темной среде:  
а — контроль и б — опыт

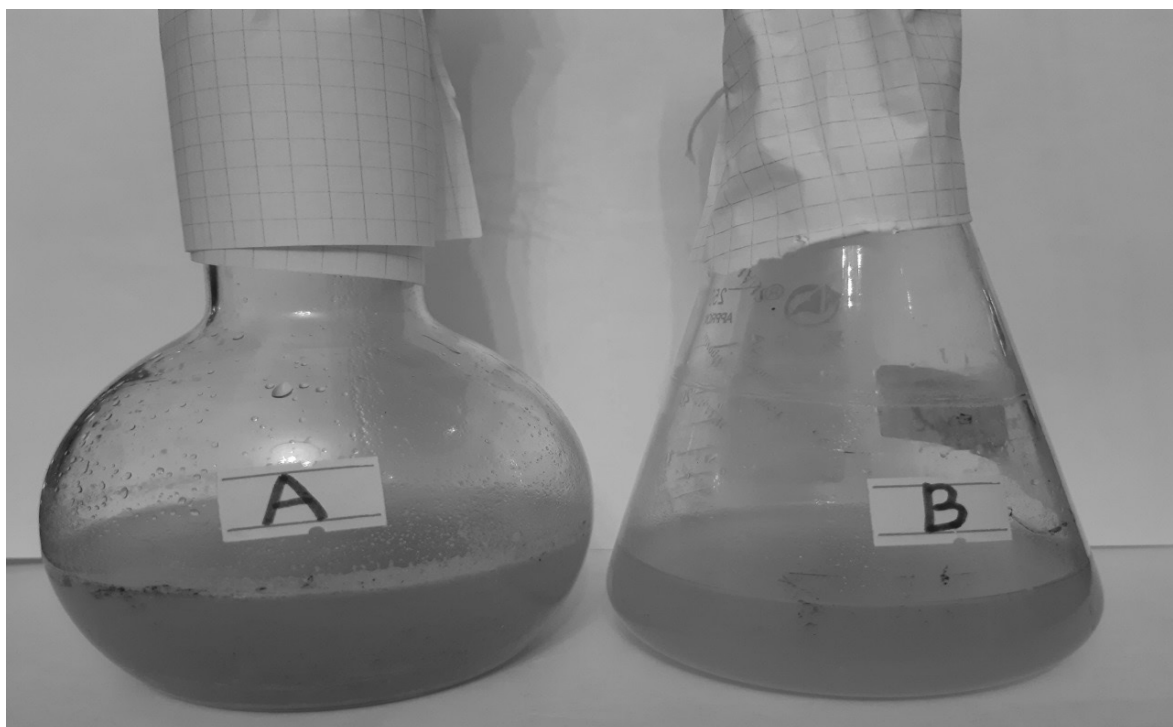


Рис. 2. Потемнение реакционной смеси при инкубации штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 в светлой среде:  
а — контроль и б — опыт



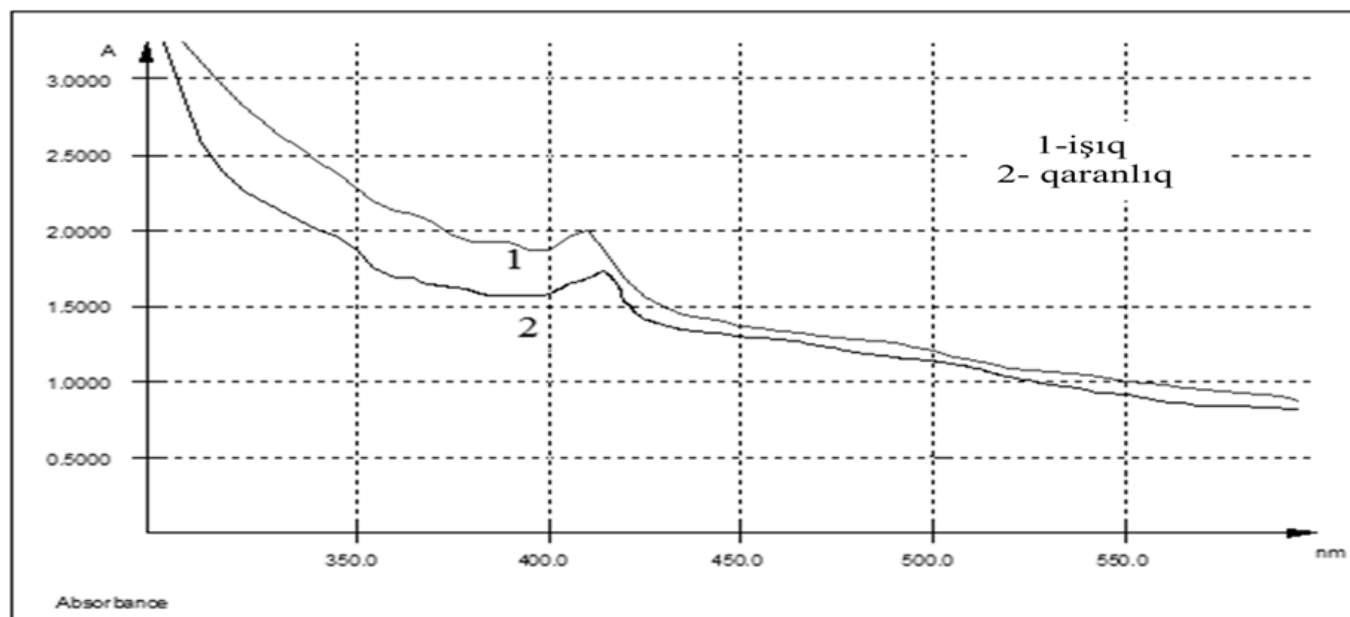


Рис. 3. УФ-спектры наночастиц серебра, образованных штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 в зависимости от темной (2) и светлой (1) среды

Конечным итогом проведения широкомасштабных научных изысканий стала возможность получения наночастиц различных металлов с помощью дрожжевых грибов рода *Saccharomyces*. Как известно, на возникновение наночастиц серебра оказывают влияние разные факторы, в том числе период инкубации, количество биомассы, температура, первичная кислотность среды (pH), плотность соли  $\text{AgNO}_3$ , среда инкубации (светлая или темная) [1, 12, 16, 19]. В наших предыдущих научных работах было рассмотрено влияние периода инкубации, количества биомассы, температуры, первичной кислотности среды (pH) и плотности соли  $\text{AgNO}_3$  на образование наночастиц серебра штаммом *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 [2, 4, 5, 7].

Основной целью данной научной работы является исследование влияния светлой и темной среды на образование наночастиц серебра штаммом *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR — 1.

#### Материалы и методы

Объектом исследования был выбран штамм дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1.

Культура дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 вначале была засеяна в следующей среде жидкого состава: экстракт дрожжей — 10 г, сахара — 20 г, пептон — 20 г, дистиллированная вода — 1 литр. Культура высевалась в термостате в течение 48 часов при температуре 30 °C. Полученная

биомасса дрожжевого гриба была отделена от культуральной жидкости путем фильтрации и 3 раза промыта в 100 мл стерильной дистиллированной воды. Влажная биомасса в количестве 10 грамм была введена в 90 мл стерильной дистиллированной воды. В полученную смесь добавили 1 мл  $10^{-3}$  молярного раствора  $\text{AgNO}_3$  и инкубировали ее в течение 7 дней при температуре 25° C в темной и светлой среде. Образование наночастиц серебра в первую очередь было определено визуально, по изменению цвета реакционной смеси от светло-желтого до темно-коричневого.

Присутствие наночастиц серебра в процеженной коллоидной жидкости было определено по характерному для них спектру поглощения с длиной волны в 400–450 нм, который был обнаружен под спектрофотометром "UV — VIS specord 250 plus".

Далее, из коллоидной жидкости был создан препарат. Он был просушен и проанализирован под сканирующим электронным микроскопом (JEOL 7600F, Japan). Были установлены форма и размер (в нм) наночастиц серебра.

С помощью спектрального рентгеновского анализа была установлена карта элементов реакционной смеси.

#### Результаты и их обсуждение

Образование наночастиц серебра в первую очередь было определено визуально, по изменению цвета ре-

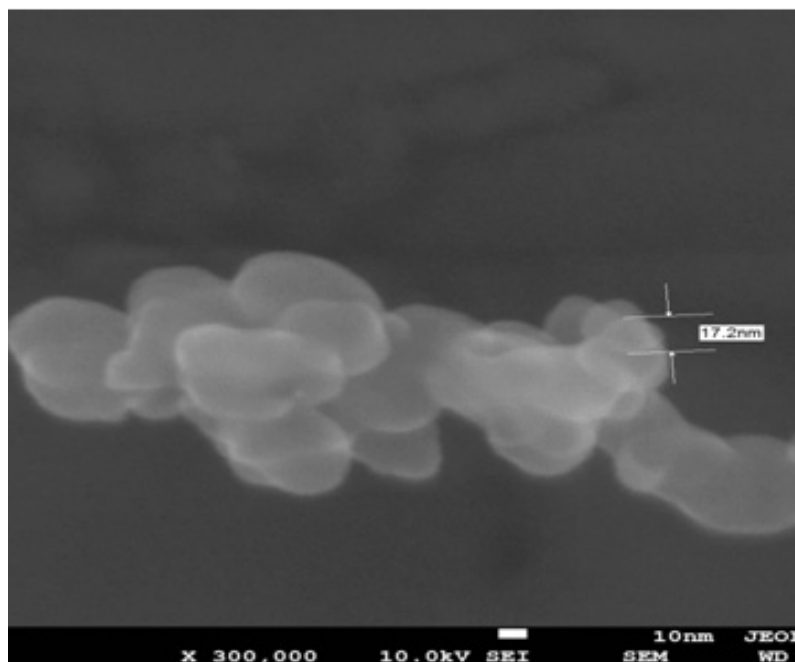


Рис. 4. Обзор под микроскопом внешнего вида и размеров наночастиц серебра, образованных штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR — 1 в темной среде

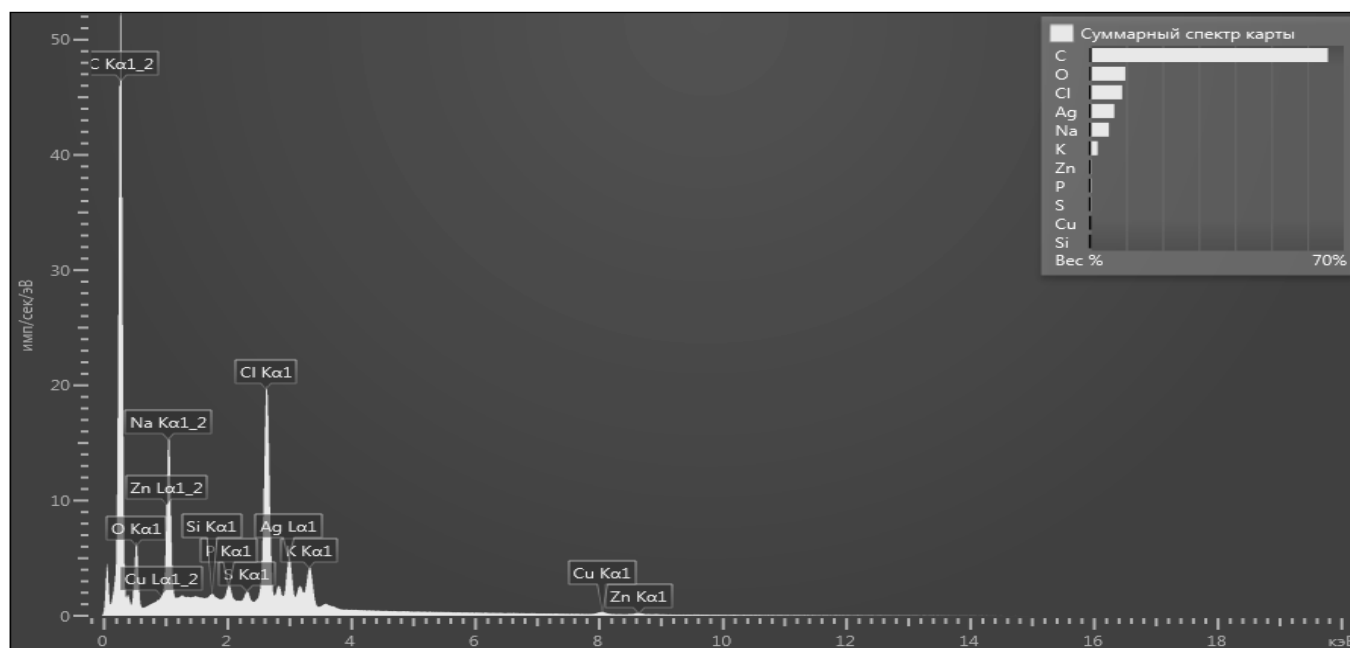


Рис. 5. Рентгеновские спектры, характерные для наночастиц серебра, образованных штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR — 1 в темной среде

акционной смеси от светло-желтого до темно-коричневого.

В результате проведенных исследований было выявлено, что при инкубации влажной биомассы штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 в реакционной смеси в темной и светлой среде, только в темной среде наблюдалось потемнение (изменение цвета) как первичный признак возникновения наночастиц серебра (рис. 1).

В результате анализа реакционной смеси изучаемого штамма дрожжевого гриба и нитрата серебра на УФ-спектрофотометре было выявлено, что в образце, инкубированном в темной среде, выделяется пик поглощения с длиной волны в 414 нм. А в образце, инкубированном в светлой среде, выделяется пик поглощения с длиной волны в 409 нм. Эти данные соответствуют длине волны в 370–450 нм, характерной для наночастиц серебра (рис. 3).

Был проведен анализ морфологии образцов, выявленных под сканирующим электронным микроскопом. В итоге было установлено, что частицы, образован-

ные дрожжевым грибом, имеют сферическую форму и их размер соответствует 17,2 нм (рис. 4). Как и видно из рисунка, наночастицы собираются вместе в форме агломерата и образуют кластеры большего размера.

Химический состав полученных наночастиц был изучен с помощью рентгенофазовского анализа (рис. 5), который показал, что сформированы именно наночастицы серебра.

Таким образом, в итоге проведенных опытов было установлено, что способность штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 образовывать наночастицы серебра наблюдается как при потемнении цвета реакционной смеси в темной и светлой среде, так и при спектрофотометрическом анализе. UV — Vis спектрофотометрический анализ показал, что при инкубации в темной среде наблюдается пик с длиной волны в 414 нм, тогда как в светлой среде — с длиной волны в 409 нм. В образце, инкубированном в темной среде, под сканирующим электронным микроскопом были обнаружены наночастицы серебра сферической формы диаметром в 17,2 нм. Таким образом, оптимальным вариантом для данного штамма является темная среда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алджанова Ф.А., Джафаров М.М., Гусейнова С.И., Ганбаров Х.Г. Образование наночастиц серебра штаммом дрожжевого гриба *Candida guilliermondii* BDU — 217 в зависимости от светлой и темной среды / III Международная научная конференция на тему «Экология: проблемы природы и общества», посвященная 110-летию юбилею академика Г. Алиева; Баку, с. 192–193
2. Азадалиева С.Ф., Джафаров М.М., Агамалиев З.А., Эйвазова Г.И., Ганбаров Х.Г. Влияние периода инкубации на образование наночастиц серебра штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 // Научные произведения института Микробиологии при НАНА, 2018, с. 16, № 1, с. 42–47
3. Бозкурт Х.Д., Джафаров М.М., Ганбаров Х.Г. Получение наночастиц металла с помощью дрожжевых грибов и их исследование // Новости Бакинского Университета, Серия Естественные Науки, 2017, № 2, с. 34–42
4. Азадалиева С.Ф., Джафаров М.М., Меджидова С.Э., Гусейнова С.И., Эйвазова Г.М., Ганбаров Х.Г. Возможность образования серебряных наночастиц из дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR — 1 в зависимости от температуры/ Перспективы развития науки и образования. Вестник научных конференций, Тамбов, 2017, Часть 4., № 5–4 (21), с. 39
5. Азадалиева С.Ф., Джафаров М.М., Гусейнова С.И., Ганбаров Х.Г. Влияние биомассы на образование наночастиц серебра штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR — 1 / Научные исследования и разработки. XXX Международная научная конференция. Москва, 2017, с. 89
6. Ana Mourato., Mario Gadanho., Ana R. Lino and Rogerio Tenreiro. Biosynthesis of crystalline silver and gold nanoparticles by extremophilic yeasts // *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2011, v.55, p.1–8
7. Azadaliyeva S.F. The influence of initial acidity (pH) on the production of silver nanoparticles by *Saccharomyces ellipsoideus* BSU — XR1 // *Deutscher Wissenschaftsberod, German Science Herald*, 2019, № 3, p.55–57
8. Fengjiao He., Zhaohui Li., Feng Gao and Zhi Yang. Extracellular biosynthesis of Ag nanoparticles by commercial baker's yeast // *Advanced materials research*. 2013, v. 785–786, p. 370–373
9. Ganbarov Kh.G., Ahmadov I.S., Ramazanov M.A., Musayev E.M., Eyvazova G.S., Aghamaliyev Z.A. Silver nanoparticles synthesized by the Azerbaijanian environmental isolated *Aspergillus niger*. // *Jour. Microbiol. Biotechnol. Food Sciences*. 2014, v.4 (2), p. 137–141
10. Ganbarov Kh.G., Ahmadov I.S., Ramazanov M.A., Musayev E.M., Eyvazova G.S., Aghamaliyev Z.A. The concentration effect of the formation of silver nanoparticles by the mold fungus *Aspergillus niger* BDU A4 // *Jour. Biotechnol*. 2014, v. 28, p. 185
11. Ganbarov Kh., Jafarov M.M., Bozkurt Kh.J. et al. Comparative study the production of silver nanoparticles with the cultural supernatant and biomass of yeast *Candida guilliermondii* BDU — 217 // *International Euroasian conference on Biological and chemical sciences, Euroasian Bio Chem, Ankara/ Turkey*, 2018, s.94–99
12. Hassan Korbekandi., Soudabeh Mohseni., Rasoul Mardani Jouneghani., Meraj Pourhossein and Siavash Irvani. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Saccharomyces cerevisiae* // *An International Journal Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology*. 2016, v.44, p. 235–239

13. He S., Guo Z., Zhang Y., Zhang S., Wang J., Gu N. Biosynthesis of gold nanoparticles using the bacteria *Rhodospseudomonas capsulate* // *Materials Letters*, 2017, V. 61, p. 3984–3987
14. Jafarov M.M., Bozkurt Kh. J., Seyidova K.Q., Huseynova S.I., Agamaliyev Z.A., Eyvazova G.M., Ramazanov M.A., Ganbarov Kh.G. Formation of silver nanoparticles in the cultural fluid by *Candida guilliermondii* BSU — 217 yeast fungi stamp // *Transaction of the Institute of Microbiology of Azerbaijan National Academy of sciences*. 2017, v.15, № 1, p. 214–219
15. Kato Y, Suzuki M. Synthesis of metal nanoparticles by microorganisms / *Crystals*. 2020, V.10(7), p.589
16. M. Sheik Muhideen Badhusha and M.M. Abdul Kader Mohideen. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Saccharomyces cerevisiae* with different pH and study of antimicrobial activity against bacterial pathogens // *Chemical Science Transactions*. 2016, v.5(4), p. 906–911
17. Marathe K, Naik J, Maheshwari V. Biogenic synthesis of silver nanoparticles using *Streptomyces* spp. and their antifungal activity against *Fusarium verticillioides* // *Journal of Cluster Science* 2021, V. 32, p.1299–1309
18. Narayanan K.B. and Sakthivel N. Biological synthesis of metal nanoparticles by microbes // *Advances in Colloid and Interface Science*. 2010, v. 156, № 1–2, p. 1–13
19. Niknejad F., Nabili M., Daie Ghazvini R., Moazeni M. Green synthesis of silver nanoparticles: Advantage of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* model // *Curr. Med. Mycol*. 2015, v.1(3), p. 17–24
20. Rai M, Bonde S, Golinska P, Trzcińska — Wencel J, Gade A, Abd — Elsalam K, et al. *Fusarium* as a novel fungus for the synthesis of nanoparticles: mechanism and applications / *Journal of Fungi*. 2021, V.7(2), p.139
21. Roychoudhury A. Yeast — mediated green synthesis of nanoparticles for biological applications // *Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research*. 2020, V.8(03), p.26–31
22. Sadowski Z. Synthesis of silver nanoparticles using microorganisms // *Materials Science — Poland*. 2008, v.26 (2), p.420–424

© Джафаров Мирмуса Мириш ( [safarov.67@mail.ru](mailto:safarov.67@mail.ru) ), Азадалиева Саадет Фазахим ( [azadeliyevaseadet@gmail.com](mailto:azadeliyevaseadet@gmail.com) ),  
Гусейнова Сенем Исмаил ( [aliyeva.senem@mail.ru](mailto:aliyeva.senem@mail.ru) ), Бабаева Ирада Таги ( [iradah828@gmail.com](mailto:iradah828@gmail.com) ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Бакинский государственный университет

## ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ (1–14 МТЛ) НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ

### THE INFLUENCE OF AN ALTERNATING MAGNETIC FIELD OF 1 TO 14 MILLITESLA ON THE GROWTH AND ONTOGENESIS OF ZEA MAYS L. (SUGAR CORN)

**V. Kornienko**  
**P. Kotyuk**  
**A. Yaitsky**

*Summary.* Article gives the results of effects of an alternating magnetic field on the Zea mays L. seeds as a method of pre-sowing treatment of agricultural crops. It was found that irradiating Zea mays L. with by in an alternating magnetic field (B) of 3 mT (millitesla) for 1 hour, yields maximum stimulating effect on plant development (of 25% compared to the control group). Amplitudes of 2, 5, 6, 7, 11, 12, 13 and 14 mT gave an inhibitory effects. Biggest inhibitory effect (with a value of about 35% decline from the normal organism development) was given by amplitudes of 2, 11 and 13 mT. By means of evaluating of plants morphometric parameters it was established that, compared of the control group, which was not affected by an alternating magnetic field, the following amplitudes yields stimulating effects on length (L) and diameter (D) on the corn ears: 9 mT (L = 19%; D = 18%), 1 mT (L = 15%; D = 3%), 4 mT (L = 9%; D = 15%), 3 mT (L = 8%), 8 mT (D = 9%). A neutral effect was detected at B equal to 5 and 6 mT. Inhibitory effects were shown by amplitudes of 2, 7 and 10 mT. Evaluation of root systems at different amplitudes of alternating magnetic field showed that underground part of the plant is less susceptible to the exposure effects. 4 millitesla field had stimulating effect. With this value of magnetic induction the length of the root system was 25% better developed than in the control group, and the diameter was 8% bigger. At B = 9 mT field strength the length of the root was 10% longer compared to the control.

*Keywords:* Zea mays L.; pre-sowing treatment; alternating magnetic field; magnetic induction; germination energy; ontogenesis; morphometry.

**Корниенко Владимир Олегович**

Старший преподаватель, ГОУ ВПО «Донецкий  
национальный университет»  
kornienkovo@mail.ru

**Котюк Полина Федоровна**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»  
daniaua411@gmail.com

**Яицкий Андрей Степанович**

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский  
государственный социально-педагогический  
университет»  
yaitsky@sgspu.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты изучения влияния переменного магнитного поля как метода предпосевной обработки сельскохозяйственных культур на семена кукурузы сахарной (Zea mays L.). Установлено, что при облучении семян кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита) с экспозицией в переменном магнитном поле в течение 1 часа, максимальный стимулирующий эффект в развитии растений наблюдался при магнитной индукции (B) 3 мТл (25% от контроля). Ингибирующим эффектом отличались амплитуды 2, 5, 6, 7, 11, 12, 13 и 14 мТл. Наибольшее ингибирующее влияние, со значением ~35% отклонения от нормального развития организма, оказали амплитуды 2, 11 и 13 мТл. Оценивая морфометрические параметры растений, установили, что по сравнению с контрольной группой, которая не подвергалась влиянию переменного магнитного поля, стимулирующим эффектом на длину (L) и диаметр (D) надземной части кукурузы сахарной обладали амплитуды 9 мТл (L = 19%; D = 18%), 1 мТл (L = 15%; D = 3%), 4 мТл (L = 9%; D = 15%), 3 мТл (L = 8%), 8 мТл (D = 9%). Нейтральный эффект обнаружен при B = 5 и 6 мТл. Ингибирующее действие проявили амплитуды 2, 7 и 10 мТл. Оценивая корневую систему кукурузы сахарной, при различной амплитуде облучения переменным магнитным полем, установили, что подземная часть организма менее подвержена действию физического поля. Стимулирующим действием обладала амплитуда 4 мТл. При данном значении магнитной индукции длина корневой системы была на 25% более развитой, чем в контроле, а диаметр на 8%. При B = 9 мТл длина была больше на 10% относительно контроля.

*Ключевые слова:* кукуруза сахарная; предпосевная обработка; переменное магнитное поле; магнитная индукция; энергия прорастания; онтогенез; морфометрия.

## Введение

**В** настоящее время вопросами предпосевной обработки сельскохозяйственных культур занимаются ученые-биологи (ботаники, физиологи, биофизики), физики, химики, инженеры, специалисты в области сельского хозяйства и технических наук, что говорит об особой актуальности данной проблемы [1–7]. По мнению ряда специалистов [8–10], перспективным направлением является предпосевная обработка семян переменным магнитным полем (ПеМП). Такая обработка имеет ряд преимуществ перед другими электротехнологическими методами, например это экономическая стоимость обработки, экологическая безопасность технологии и относительно простой способ применения методов предпосевной обработки. Внедрение в производство подобного экологически чистого метода обработки обуславливает необходимость установления механизма воздействия переменного магнитного поля на семена и определения наиболее эффективного режима обработки сельскохозяйственных культур [11].

Помимо проблем, связанных с подбором параметров магнитных полей на конкретную сельскохозяйственную культуру, например, кукурузу, важна и вариабельность реагирования организма на действие фактора [3]. Влияние физических факторов, в частности переменного магнитного поля, при обработке семян зерновых культур отражается на физико-химических процессах, происходящих в них. Под действием поля возрастает скорость химических и биохимических реакций в клетках (повышается растворимость находящихся в них солей и кислот [4]), происходит изменение проницаемости клеточных мембран, в результате чего ускоряется диффузия через мембрану молекул и ионов [5; 6] и увеличивается водопоглощение семян [7].

Высокая чувствительность семян некоторых сельскохозяйственных растений [12] к действию низкочастотного магнитного поля связана с изменением pH и высвобождением белков, которые ускоряют выход семян из состояния покоя. Такое воздействие влияет на восстановительные процессы в семени, связанные с восстановлением барьерной функции мембран [13]. Исследования С.И. Аксенова с соавторами [12] свидетельствуют об активации метаболизма при воздействии физического фактора на ряде этапов набухания семени.

В связи с вышеперечисленными проблемами при изучении влияния переменного магнитного поля на растительные организмы, в задачи настоящего исследования входило: оценить влияние ПеМП с диапазоном магнитной индукции (В) от 1 до 14 мТл, на онтогенез

кукурузы сахарной; оценить влияние ПеМП, с диапазоном магнитной индукции (В) от 1 до 10 мТл, на силу роста и морфометрические параметры надземной части и корневой системы кукурузы сахарной.

## Материалы и методы

1. *Установка для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных растений.* В отделе физики магнитных явлений и высокотемпературной сверхпроводимости научно-исследовательской части Донецкого национального университета (под руководством Ю.А. Лёгенького) была спроектирована магнитная установка для обработки биологических объектов. Блок-схема установки для обработки семян растений переменным магнитным полем промышленной частоты (50 Гц) представлена на рисунке 1. Установка состоит из катушки (1), в центре которой создается переменное магнитное поле, автотрансформатора (2), с помощью которого производится регулировка величины переменного тока, и вольтметра переменного напряжения (3). В центр катушки помещается стеклянный контейнер с сухими семенами. Расположение семян показано на рисунке 1 (позиция 5), и это связано с особенностями распределения магнитного поля.
2. *Облучение семян.* Предпосевная обработка семян кукурузы сахарной происходила в течение 1 часа при значениях магнитной индукции ПеМП в диапазоне от 1 до 14 мТл, с шагом 1 мТл. Выборка состояла из 50 семян в 3-кратной повторности. Семена обрабатывали на установке (рис. 1) в сухом состоянии, затем семена помещались в чашки Петри, при этом подложкой для семян служила влажная фильтровальная бумага. Полив осуществляли только дистиллированной водой. Семена проращивали при температуре +20 °С. Энергию прорастания и всхожесть семян определяли в сроки, указанные в ГОСТ 12038–84 [14]: на 3-е сутки (энергия прорастания) и 8-е сутки (всхожесть). Все полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики с использованием пакета компьютерных программ «Statistica».
3. *Оценка силы роста группы семян.* После обработки переменным магнитным полем семян кукурузы сахарной и дальнейшего проращивания, оценивали проростки, согласно критериям стандартного теста на всхожесть (нормально проросшие, аномально проросшие, непроросшие). Затем измеряли длину нормально проросших проростков в каждой повторности, определяли среднюю длину пяти самых длинных пророст-

Таблица 1. Зависимость силы роста выборки семян от процентного соотношения нормально развитых проростков (по [15])

Сила роста выборки	Доля нормально развитых проростков, %
Высокая	80–100
Средняя	48–79
Низкая	<48

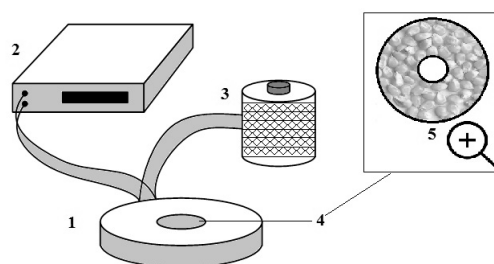


Рис. 1. Блок схема установки для обработки семян растений переменным магнитным полем промышленной частоты. Обозначения: 1 — катушка; 2 — вольтметр; 3 — автотрансформатор; 4 — место для расположения контейнера для семян; 5 — схема расположения семян в контейнере

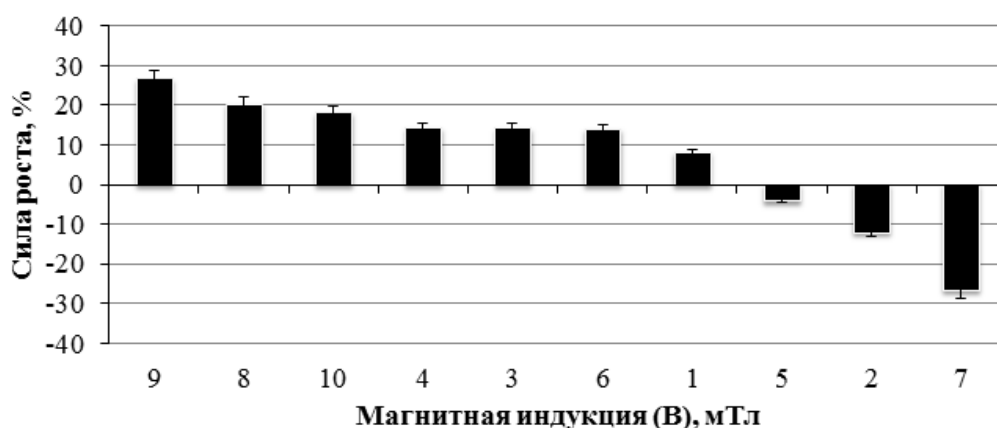


Рис. 2. Сила роста (%) надземной части кукурузы семян сахарной в сравнении с контрольными образцами

ков (L) и умножали ее на коэффициент 0,25 [15]. Нормально проросшие проростки подразделяли на 2 категории:

- а) высокая сила: нормально проросшие проростки, длиной более  $0,25 \times L$ ;
- б) средняя сила: нормально проросшие проростки, длиной менее  $0,25 \times L$ .

Например, для выборки, облученной 6 мТл, длина пяти самых длинных проростков составляет 6,5, 6,7, 6,9, 6,2, 7,2 см. Затем вычислили среднюю длину этих пяти проростков (L) = 6,7 см. Среднюю длину умножили

на коэффициент 0,25.  $L \approx 1,7$  см. Следовательно, все проростки длиной более 1,7 см имеют высокую силу; все проростки длиной менее 1,7 см имеют среднюю силу. Выборка семян может быть оценена по шкале (табл. 1), представленной в работе Г.Н. Алексейчук, Н.А. Ламана [15].

Проростки, которые развиваются быстро в описанных условиях, имеют высокую силу. Проростки со средней силой могут выживать при интенсивном действии фактора, но их рост и развитие будут заторможены по сравнению с первой группой.

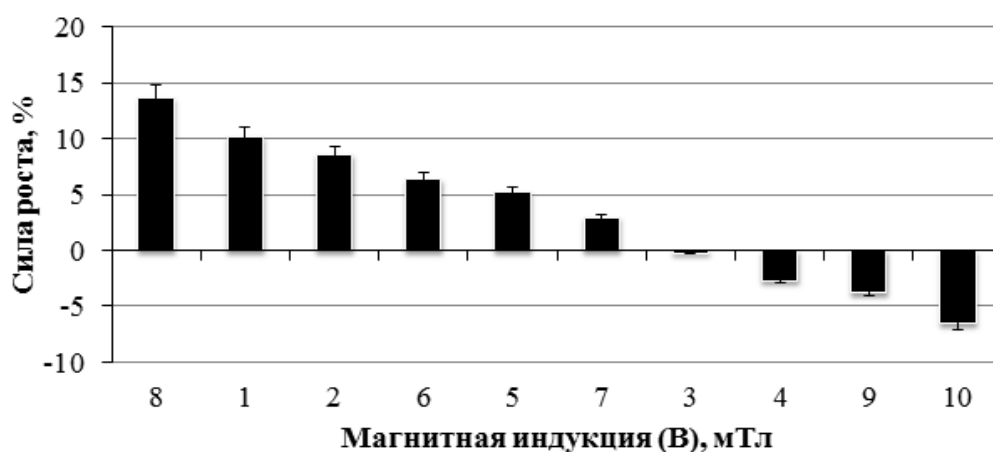


Рис. 3. Сила роста (%) корневой системы кукурузы семян сахарной в сравнении с контрольными образцами



Рис. 4. Онтогенетические изменения кукурузы сахарной под влиянием переменного магнитного поля различной амплитуды на 7-е сутки

Оценку нормального развития проростков семян кукурузы сахарной, при учете энергии прорастания и всхожести, проводили по ГОСТ 12038–84 [14].

### Результаты и обсуждения

Оценка силы роста семян кукурузы сахарной после облучения в переменном магнитном поле. При облучении переменным магнитным полем, мы оценили силу роста кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита) и провели сравнение с контрольной группой растений. Установили, что все группы семян имели высокую силу роста (80–100% от выборки), кроме выборки, облученной 7 мТл (она имела среднюю силу роста). При сравне-

нии полученных данных по облучению семян с магнитной индукцией 9, 8, 10, 4, 3 и 6 мТл выяснили, что при этой амплитуде сила роста надземной части растения от контроля достоверно была выше на 14–27% (рис. 2).

Оценивая силу роста корневой системы, мы установили, что наибольшее стимулирующее действие оказали амплитуды 8, 1, 2, 6 и 5 мТл (рис. 3). При  $V = 8$  мТл, сила роста экспериментальной группы растений достоверно была выше контрольной группы на ~14%.

*Влияние ПеМП на онтогенез кукурузы сахарной.* При облучении семян кукурузы сахарной с экспозицией в ПеМП 1 час, установили стимулирующие и угнета-



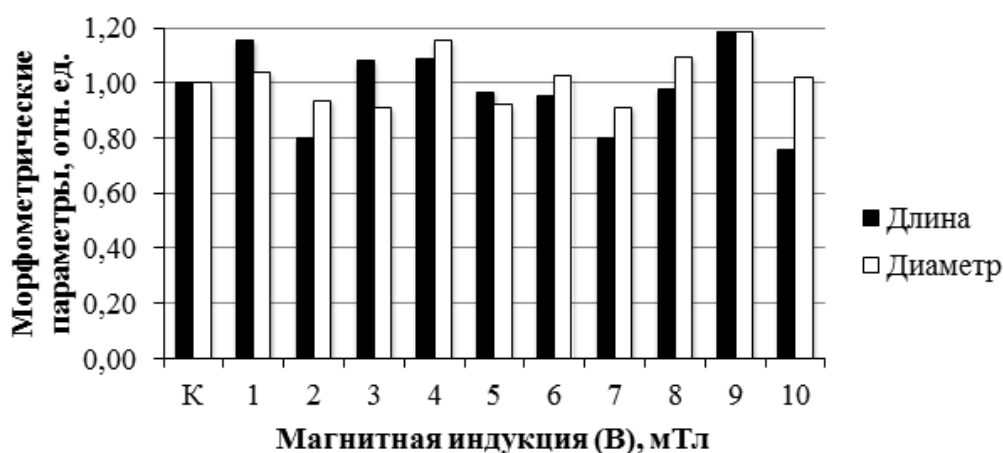


Рис. 5. Влияние ПеМП на морфометрические параметры надземной части кукурузы сахарной. Примечание: К — контрольная группа растений

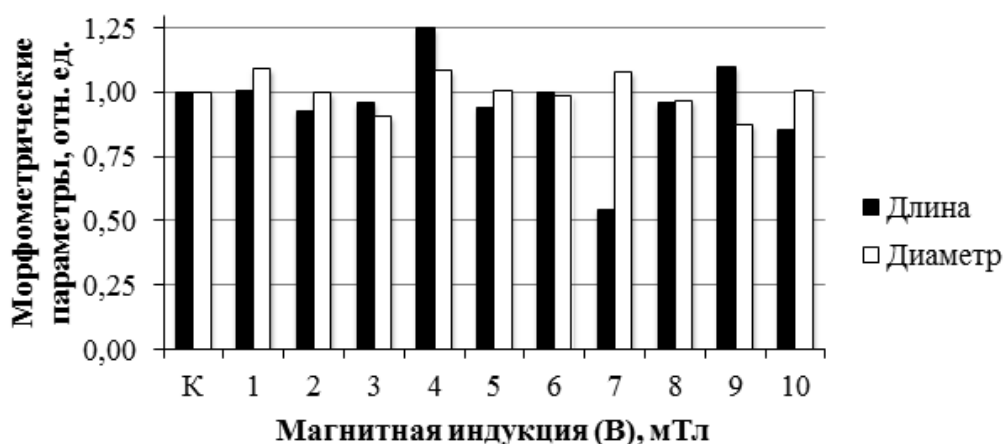


Рис. 6. Влияние ПеМП на морфометрические параметры подземной части (корневой системы) кукурузы сахарной. Примечание: К — контрольная группа растений

ющие рост и развитие растений амплитудные характеристики переменного магнитного поля. При магнитной индукции 3 мТл наблюдался максимальный стимулирующий эффект в 25% при сравнении с контрольной группой растений (рис. 4). Также стимулирующий эффект в развитии семян кукурузы сахарной дали следующие амплитуды: 1 мТл (+10% развития организма) и 10 мТл (+5% развития организма).

Нейтральным эффектом, со статистически незначимыми отличиями, обладали амплитуды ПеМП в 4, 8 и 9 мТл.

Негативным эффектом отличались амплитуды 2, 5–7, 11–14 мТл. Наибольшее ингибирующее влияние, со зна-

чением ~35% отклонения от нормального развития организма, проявили амплитуды 2, 11 и 13 мТл.

*Влияние ПеМП на морфометрические параметры кукурузы сахарной.* По сравнению с контрольной группой, которая не подвергалась влиянию ПеМП, стимулирующим эффектом на морфометрические параметры (длина (L) и/или диаметр (D) стебля) надземной части кукурузы сахарной обладали амплитуды 9 мТл (L = 19%; D = 18%), 1 мТл (L = 15%; D = 3%), 4 мТл (L = 9%; D = 15%), 3 мТл (L = 8%), 8 мТл (D = 9%) (рис. 5).

Нейтральный эффект обнаружен при B = 5 и 6 мТл. Ингибирующее действие проявили амплитуды 2 мТл

(L = -20%; D = -6%), 7 мТл (L = -20%; D = -9%) и 10 мТл (L = -24%).

Оценивая корневую систему кукурузы сахарной при различной амплитуде облучения переменным магнитным полем, установили, что подземная часть (длина (L) и/или диаметр (D) корня) организма менее подвержена действию физического поля. Значительное ингибирующее влияние проявили 3 мТл (L ≈ 5%, D = -10%), 7 мТл (L = -46%), 10 мТл (L = -15%). Амплитуды 2, 5, 6 и 8 мТл оказали нейтральный эффект на морфометрические параметры корневой системы (рис. 6).

Стимулирующим действием обладала амплитуда 4 мТл. При данном значении магнитной индукции длина корневой системы была на 25% более развитой, чем в контроле, а диаметр на 8%. При B = 1 мТл длина статистически не отличалась от контроля, а диаметр был больше на 9%. При B = 9 мТл длина была больше на 10% относительно контроля.

#### Выводы

1. При облучении семян кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита) с экспозицией в переменном магнитном поле 1 час, установили, что при магнитной индукции 3 мТл наблюдался максимальный *стимулирующий эффект в развитии семян* — на 25% при сравнении с контрольной группой растений. Также стимулирующий эффект развития кукурузы сахарной дали следующие амплитуды: 1 мТл (+10% развития организма) и 10 мТл (+5% развития организма). Нейтральным эффектом, со статистически незначимыми отличиями, обладали амплитуды ПеМП — 4, 8 и 9 мТл. Ингибирующим эффектом отличались амплитуды 2, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14 мТл. Наибольшее

ингибирующее влияние, со значением ~35% отклонения от нормального развития организма, проявили амплитуды 2, 11 и 13 мТл.

2. По сравнению с контрольной группой, которая не подвергалась влиянию ПеМП, стимулирующим эффектом на морфометрические параметры (длина (L) и диаметр (D)) *надземной части* кукурузы сахарной обладали амплитуды 9 мТл (L = 19%; D = 18%), 1 мТл (L = 15%; D = 3%), 4 мТл (L = 9%; D = 15%), 3 мТл (L = 8%), 8 мТл (D = 9%). Нейтральный эффект обнаружен при B = 5 и 6 мТл. Ингибирующее действие проявили амплитуды 2 мТл (L = -20%; D = -6%), 7 мТл (L = -20%; D = -9%) и 10 мТл (L = -24%). Оценивая *корневую систему* кукурузы сахарной, при различной амплитуде облучения переменным магнитным полем, установили, что подземная часть организма менее подвержена действию физического поля. Значительное ингибирующее влияние проявили только 3 мТл (L ≈ -5%, D = -10%) и 7 мТл (L = -46%). Амплитуды 2, 5, 6 и 8 мТл проявили нейтральный эффект на морфометрические параметры корневой системы. Стимулирующим действием обладала амплитуда 4 мТл. При данном значении магнитной индукции длина корневой системы была на 25% более развитой, чем в контроле, а диаметр на 8%. При B = 1 мТл длина статистически не отличалась от контроля, а диаметр был больше на 9%. При B = 9 мТл длина была больше на 10% от контроля.

Таким образом, для экологически безопасной предпосевной обработки семян кукурузы сахарной, с целью улучшения качества посадочного материала, рекомендуется производить обработку при следующих параметрах установки: частота  $f = 50$  Гц, амплитуда B — преимущественно 1 мТл, 3 мТл, 4 мТл, 9 мТл.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корниенко В.О., Кольченко О.Р., Яицкий А.С. Влияние наночастиц Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> на онтогенез и морфометрические показатели кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 08/2. С. 30–36. DOI: 10.37882/2223–2966.2020.08–2.09.
2. Корниенко В.О. Влияние наночастиц Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> с различными типами покрытия на ранние стадии развития кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2020. № 3–4. С. 88–98.
3. Еськов Е.К., Тобоев В.А. Воздействие искусственно генерируемых электромагнитных полей на биологические объекты // Вестник Чувашского университета. 2008. № 2. С. 28–36.
4. Савченко В.В., Сиявский А.Ю. Изменение биопотенциала и урожайности сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке семян в магнитном поле // Вестник ВИЭСХ. 2013. № 2 (11). С. 33–37.
5. Козырский В.В., Савченко В.В., Сиявский А.Ю. Влияние магнитного поля на диффузию молекул через клеточную мембрану семян сельскохозяйственных культур // Вестник ВИЭСХ. 2014. № 2 (15). С. 16–19.
6. Козырский В.В., Савченко В.В., Сиявский А.Ю. Влияние магнитного поля на транспорт ионов в клетке растений // Вестник ВИЭСХ. 2014. № 3 (16). С. 18–22.
7. Козырский В.В., Савченко В.В., Сиявский А.Ю. Вплив магнітного поля на водопоглинання насіння // Науковий вісник НУБіП України. 2014. Вип. 194, ч. 1. С. 16–20.

8. Каменер Э.А. Комплексное применение электрических полей в системах подготовки семян: автореф. дис. ... д-ра тех. наук: 05.20.02. Челябинск, 1988. 53 с.
9. Летова А.Н., Зейналов А.А. Использование электромагнитных излучений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: сб. науч. тр. Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2005. С. 366–369.
10. Попандопуло К.Х., Сидорцов И.Г. Применение магнитных полей постоянных магнитов для предпосевной обработки семян // Технологии и средства повышения надёжности машин в АПК. Черноград: АЧГАА, 2007. С. 133–137.
11. Савченко В.В., Синявский А.Ю. Влияние предпосевной обработки в магнитном поле на посевные качества семян кукурузы // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 3 (24). С. 20–24.
12. Аксенов С.И., Булычев А.А., Грунина Б.Н. и др. О механизмах воздействия низкочастотного магнитного поля на начальные стадии прорастания семян пшеницы // Биофизика. 1996. Т. 41, вып. 4. С. 919–924.
13. Обработка сельскохозяйственного сырья электромагнитным полем низкой частоты. Теория и практика: монография / Г.И. Касьянов, М.Г. Барышев, Р.С. Решетова и др. СПб.: Троицкий мост, 2017. 296 с.
14. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа: сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 47 с.
15. Алексейчук Г.Н., Ламан Н.А. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. Мн.: Право и экономика, 2005. 48 с.

© Корниенко Владимир Олегович ( kornienkovo@mail.ru ),

Котюк Полина Федоровна ( daniuaa411@gmail.com ), Яццкий Андрей Степанович ( yaitsky@sgspu.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Донецкий национальный университет

# МЕХАНИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И АВАРИЙНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ ВДОЛЬ УЛИЦЫ КИРОВА ГОРОДА ДОНЕЦКА

**Корниенко Владимир Олегович**

Старший преподаватель, ГОУ ВПО «Донецкий  
национальный университет»  
kornienkovo@mail.ru

**Яицкий Андрей Степанович**

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский  
государственный социально-педагогический  
университет»  
yaitsky@sgspsu.ru

## MECHANICAL STABILITY AND ACCIDENT RATE OF WOODY PLANTS GROWING ALONG KIROV STREET OF DONETSK CITY

**V. Kornienko  
A. Yaitsky**

*Summary.* The paper gives the research results of the influence of anthropogenic load on the mechanical stability, accident rate and viability of woody plants in a large industrial area (Donetsk city). A vibration-acoustic noise measurement of in the studied afforestations showed an excess of the dose limits, which may affect durability of the trees; nevertheless the latter effectively reduce the level of acoustic noise. Trees of the genus *Aesculus hippocastanum* L. are found to be highly viable in both growing conditions, near the motorway and at a distance (they showed good condition). The species of *Populus bolleana* Lauche and *Populus simonii* Carriere had a satisfactory condition (4–5 points in ranking). Unsatisfactory condition were characteristic for *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Robinia pseudoacacia* L. The mechanical stability of *Acer platanoides* L. was the highest among all the studied species:  $d/l$  (ratio of diameter to trunk length) = 0,05; EI (bending stiffness) =  $41 \times 10^6$ ; RRB (relative bending resistance) =  $10.1 \times 10^4$ ; mcr (critical mass) =  $150 \times 10^4$ . The average values of mechanical stability that characteristic for *Populus bolleana* Lauche, *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall are:  $d/l$  = 0,04; EI =  $63 \times 10^6$ ; RRB =  $4,3 \times 10^4$ ; mcr =  $3.2 \times 10^4$ . The following species had low values in the intraspecific comparison of mechanical stability parameters: *Aesculus hippocastanum* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus simonii* Carriere ( $d/l$  = 0,04; EI =  $6,0 \times 10^6$ ; RRB =  $3,6 \times 10^4$ ; mcr =  $1,8 \times 10^4$ ). A high degree of accident rate for plants growing in an urban environment was detected for *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Robinia pseudoacacia* L. and *Acer platanoides* L. The average degree of accident is typical for trees of the genus *Populus* L. (*Populus bolleana* Lauche and *Populus simonii* Carriere). *Aesculus hippocastanum* L. trees had a low degree of accident rate.

*Keywords:* mechanical stability; accident rate of trees; viability; vibration-acoustic noise; traffic flow intensity; morphometric coefficient.

*Аннотация.* В работе представлены результаты исследований влияния антропогенной нагрузки на механическую устойчивость, аварийность и жизнеспособность древесных растений в условиях крупного промышленного города (на примере г. Донецка). Определение вибрационно-акустического шума в исследованных насаждениях показали превышение ПДУ, что, возможно, влияет на долговечность зелёных насаждений, но при этом деревья эффективно снижают уровень акустического шума. Высокой жизнеспособностью отмечены деревья вида *Aesculus hippocastanum* L., как в условиях произрастания вблизи автомагистрали, так и при удалении от неё (хорошее состояние). Удовлетворительным состоянием обладали виды *Populus bolleana* Lauche и *Populus simonii* Carriere (4–5 баллов). Неудовлетворительное состояние отмечено у *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Robinia pseudoacacia* L. Механическая устойчивость *Acer platanoides* L. была наивысшей среди всех изученных видов ( $d/l$  (отношение диаметра к длине ствола) = 0,05; EI (жесткость на изгиб) =  $41 \times 10^6$ ; RRB (относительное сопротивление изгибу) =  $10,1 \times 10^4$ ; mcr (критическая масса) =  $150 \times 10^4$ ). Средние значения механической устойчивости характерны для *Populus bolleana* Lauche, *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall ( $d/l$  = 0,04; EI =  $63 \times 10^6$ ; RRB =  $4,3 \times 10^4$ ; mcr =  $3,2 \times 10^4$ ). Низкими значениями при внутривидовом сравнении параметров механической устойчивости обладали виды: *Aesculus hippocastanum* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus simonii* Carriere ( $d/l$  = 0,04; EI =  $6,0 \times 10^6$ ; RRB =  $3,6 \times 10^4$ ; mcr =  $1,8 \times 10^4$ ). Высокая степень аварийности, для растений, произрастающих в условиях городской среды, выявлена у *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Robinia pseudoacacia* L. и *Acer platanoides* L. Средняя степень аварийности характерна для видов рода *Populus* L. (*Populus bolleana* Lauche и *Populus simonii* Carriere). Низкой степенью аварийности обладали деревья *Aesculus hippocastanum* L.

*Ключевые слова:* механическая устойчивость; аварийность деревьев; жизнеспособность; вибрационно-акустический шум; интенсивность транспортного потока; морфометрический коэффициент.

## Введение

**В** условиях антропогенного загрязнения происходит нарушение физиолого-биохимических, клеточных, молекулярных и генетических процессов в растениях [1; 2]. Внешним результатом действия загрязнения являются изменения морфометрических параметров стволов и архитектоники кроны древесных растений, потеря жизнеспособности и как следствие — снижение механической устойчивости и повышение аварийности деревьев при действии экологических факторов [3].

## Цель работы

Оценка жизнеспособности, механической устойчивости и аварийности древесных растений, произрастающих в условиях урбодендроценозов, на примере города Донецка.

Материалы  
и методы

Мониторинговые исследования проводились с 2018 по 2021 гг. в г. Донецке, вдоль автомагистрали по ул. Кирова. В ходе исследования было оценено более 200 объектов древесных растений. Среди них выделены основные виды: клён остролистный (*Acer platanoides* L.), каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.), ясень высокий обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall), тополь Болле (*Populus bolleana* Lauche), тополь Симона (*Populus simonii* Carriere), робиния псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.).

Территория  
проведения исследований

Исследуемая территория, на которой проводили дендрологические исследования, была разделена на 3 участка: 1 — «ост. ул. Скочинского — ост. ул. Бирюзова-2»; 2 — «ост. ул. Бирюзова-2 — ост. ул. Бирюзова-1»; 3 — «ост. ул. Бирюзова-1 — ост. ул. Алексинская» (рис. 1).

## Методика оценки вибрационно-акустического загрязнения на исследуемой территории

Определение интенсивности движения произошло вблизи автомагистрали, в двух направлениях по улице Кирова, от остановки «ул. Скочинского» до остановки «ул. Алексинская». Интенсивность движения автотранспорта вдоль исследуемых участков на всей территории исследования оценивалась по количеству единиц автотранспорта определённого типа,

проезжающих мимо точки измерения за единицу времени [4].

Диагностика  
механической устойчивости

При визуальной оценке диагностическими критериями снижения устойчивости служат следующие признаки: во время ветра — значительное по амплитуде раскачивание ствола, скрипы, поднятие почвы над корневой системой; наличие сухих и усыхающих ветвей, повреждений ствола и ветвей, дупел; наклоненный ствол; асимметрия кроны; сильно удлиненные или изогнутые ветви, отходящие от ствола под углом около 90°. В условиях г. Донецка аварийными часто становятся такие ветви у вязов, ясеня зеленого, клена ясенелистного, лип, ив, ореха черного, тополя черного, тополя китайского и др. У таких пород, как дуб черешчатый, клен остролистный, платан и др., с прочной и упругой древесиной горизонтально растущие здоровые ветви не являются аварийными.

Продольный модуль упругости деревьев и кустарников измеряли стандартным методом по величине изгиба цилиндрической балки (части свежеспиленной ветви), заземленной одним концом, под действием нагрузки [5].

Для оценки прочности и параметров механической устойчивости древесных растений в урбанизированных городах использовали общепринятые методы [6]. В работе оценивались следующие параметры механической устойчивости: EI — жесткость на изгиб, RRB — относительное сопротивление изгибу,  $m_{cr}$  — критическая масса,  $H/H_{cr}$  — высота к критической высоте дерева.

*Оценка аварийности деревьев в городской среде.* При оценке древесных насаждений нами были использованы следующие методы: а) визуальный (осмотр дерева с земли, осмотр дерева с подъёмом на ствол, осмотр местности); б) ретроспективный (изучение исполнительной и проектной документации по строительным и ландшафтными работам, изучение ветровой особенности и нагруженности данного участка местности, выявление предыдущих случаев падения деревьев); в) инструментальный (взятие керн прирастным буром (Бурав Пресслера) и прямое испытание биомеханических свойств дерева (прочность и устойчивость)) [7].

Угол отхождения ствола от вертикали, а также скелетных ветвей измеряли в программе — Axio Vision Rel. 4.8. Были охвачены места насаждений вдоль автомагистрали ул. Кирова.

Таблица 1. Бланк оценки механической устойчивости древесных растений на примере тополя Болле

Параметр, ед. измерения	Показатель
Вид	Populus bolleana Lauche
Возраст, лет*	51
Диаметр основания, $d_{осн}$ , м	0,52
Диаметр на высоте 1,3 м, $d_{bh}$ , м	0,47
Обхват ствола у основания $C_{осн}$ , м	1,4
Обхват ствола на высоте 1,3 м, $C_{bh}$ , м	1,2
Высота дерева, Н, м	17 ± 0,2
Угол наклона ствола, °	70
Балл жизненного состояния по Савельевой	2
Морфологические повреждения ствола	морозобоины, потеки гнили
Описание архитектоники кроны	наблюдается асимметрия, неравномерное распределение массы
Наличие морфогенетических и экзогенных повреждений листовой пластинки, +/-	+
Заселённость ствола вредителями, +/-	+
Наличие дупел, +/-	-
Ветровая особенность и нагруженность данного участка местности	дерево слабо защищено от ветра, находится в сильно продуваемом месте
Режим посещения территории (рекреационная нагрузка)	средняя
Направление возможного падения	в сторону автополотна, расстояние до цели 3–4 м
Радиус ствола в месте забора керна, см	28
Длина участка здоровой древесины на керне, $l$ , см*	10
Процент ядровой гнили, %*	64
Модуль упругости древесины, Е, ГН/м <sup>2</sup> *	1,45
Плотность древесины, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	826
Механическая устойчивость к статическим/ динамическим нагрузкам согласно расчётам по биомеханике*	к статическим — да, к динамическим — нет
Степень опасности**	высокая

*Примечание.* \* — отмечены параметры, измерить которые возможно только современными методами исследования; \*\* — оценка степени опасности дерева производится путём сложения, с различными весовыми коэффициентами, числового выражения различных влияющих факторов.



Рис. 1. Территория проведения дендрометрических исследований вдоль автомагистрали по ул. Кирова г. Донецка (ост. «ул. Скочинского» — ост. «ул. Алексинская»)

Таблица 2. Интенсивность транспортного потока вдоль ул. Кирова г. Донецка

Временной интервал, час	Легковые иномарки	Легковые отечественные	Грузовые легкие («Газель»)	Грузовые тяжелые	Автобусы (№ 66, № 41, № 8, № 22)	Итого в час
	Количество, авт.					
06:00–07:00	220	140	15	10	17	402
07:00–08:00	300	225	20	11	17	573
08:00–09:00	320	240	23	15	17	615
09:00–10:00	204	130	19	13	17	383
10:00–11:00	135	145	15	10	17	322
11:00–12:00	145	111	16	11	17	300
12:00–13:00	170	125	11	15	17	338
13:00–14:00	154	133	12	13	17	329
14:00–15:00	245	127	10	14	17	413
15:00–16:00	230	113	9	18	17	387
16:00–17:00	277	186	18	14	17	512
17:00–18:00	335	196	19	15	17	582
18:00–19:00	320	178	25	20	17	560
19:00–20:00	185	144	13	11	17	370
20:00–21:00	205	124	15	10	17	371
21:00–22:00	150	110	7	8	17	292
22:00–23:00	84	115	9	7	17	232
Итого, авт.	3679	2542	256	215	289	6981
Среднее, авт./час	216	150	15	13	17	411

Учитывались следующие показатели (табл. 1): критический возраст в условиях региона; угол наклона ствола от вертикали (оценивается по трём градациям: а) 10% и менее; б) 11–40%; в) более 40%); наличие морозобоин, дупел, развилок, раковых повреждений, плодовых тел дереворазрушающих грибов, видимых повреждений корневой системы в результате строительных работ; архитектура кроны (развитость кроны, асимметрия, сомкнутость, состояние листовых пластинок, усыхание ветвей); заселённость ствола вредителями; процент ядровой гнили (оценивается по трём градациям: а) ≥80%; б) 40–79%; в) 5–39% (согласно методике [8]).

Также немаловажным является режим посещения территории (рекреационная нагрузка), направление возможного падения в сторону возможного скопления людей (рассматривается при выявлении скрытых гнилей); отношение диаметра к длине ствола; биомасса надземной части к критической массе с учётом угла наклона и ядровой гнили; механическая устойчивость к статическим нагрузкам; механическая устойчивость к динамическим нагрузкам [7].

Для статистической обработки данных использовали программы «Statistica 8» (StatSoft Inc.) и «Excel 2010» (Microsoft). Оценивались средние значения и стандартное отклонение от среднего. Также, по результатам регрессионного анализа оценивалась достоверность

кривых в графиках зависимости параметров механической устойчивости древесных растений от морфометрических показателей [7].

## Результаты и обсуждения

*Оценка интенсивности транспортного потока исследуемого участка.* Анализ интенсивности транспортного потока исследуемого участка осуществлялся в разрезе основных категорий автомобилей, также учитывался временной интервал, в течение которого автомобили осуществляли движение.

Общее количество единиц транспортного потока в день составляет 6981 автомобилей (табл. 2). В среднем за 1 час вдоль исследуемой территории по ул. Кирова проезжает около 411 автомобилей.

Наибольшую долю нагрузки составляют легковые иномарки (3679 ед.) и легковые отечественные автомобили (2542 ед.) их доли составляют 53% и 36% соответственно. На долю грузовых легких автомобилей приходится 3,7%, грузовых тяжелых — 3,1%. Доля зашумления от рейсовых маршрутов составляет ~4%. В целом, транспортный поток с итоговым дневным значением в 6981 автомобиль, позволяет оценивать территорию как умеренно нагруженную.

Таблица 3. Вибрационно-акустические параметры некоторых моделей автомобилей различной категории г. Донецка

Тип кузова	Модель автомобиля	I, дБ		
		min	max	среднее значение
Грузовой автомобиль отечественного производства	ГАЗ-3307	68,8	93,7	83,3
Городской автобус	Богдан	63,7	86,0	74,7
Легковой автомобиль иностранного производства	Skoda Octavia	47,9	73,8	59,9
Микроавтобус	ГАЗ-3221	47,2	79,0	62,5
Легковой автомобиль отечественного производства	ВАЗ-2106	47,8	75,2	60,1
Грузовой автомобиль отечественного производства (тяжелый)	КАМАЗ-5308	48,4	83,3	62,6
Микроавтобус	УАЗ-2206	41,4	84,0	63,0
Легковой автомобиль иностранного производства	Hyundai Solaris	46,8	73,5	60,0
Внедорожник	Mercedes-Benz W164	44,9	69,7	55,4

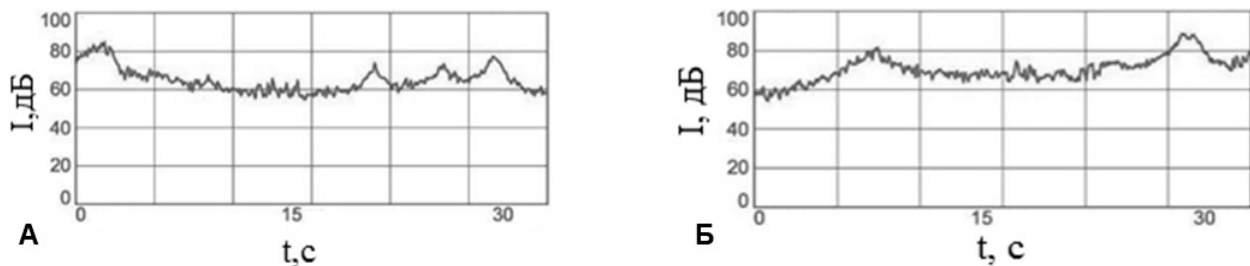


Рис. 2. Некоторые значения шумовой нагрузки, вызванной автомобильным потоком в будние дни по ул. Кирова г. Донецка. Примечания: А — замеры осуществлялись при интенсивности транспортного потока менее 400 ед./час; Б — замеры осуществлялись при интенсивности транспортного потока более 400 ед./час (в «час пик»)

*Оценка вибрационно-акустического загрязнения территории.* Оценку вибрационно-акустического загрязнения исследуемого участка по ул. Кирова выполняли путем анализа данных, полученных с помощью шумомера Benetech GM1351, при различном временном интервале (рис. 2).

Максимальная шумовая нагрузка, вызванная автомобильным потоком на исследуемой территории при интенсивности транспортного потока менее/более 400 ед./час (рис. 2: А, Б) составляет 89–91 дБ со спектром частот на максимуме энергии до 400 Гц, минимальное значение при этом составляет 44 дБ. Различия в вибрационно-акустических значениях заключаются только в продолжительности действия экологического фактора. Немаловажным фактором также является вид транспортного средства и его собственные вибрационно-акустические параметры, действие которых имеет различные биологические и экологические эффекты (табл. 3) [9].

Так, наибольший вклад в вибрационно-акустическое зашумление территории вносят грузовые автомобили отечественного производства ( $I_{max} = 93,7$  дБ), городские автобусы ( $I_{max} = 86$  дБ) и микроавтобусы ( $I_{max} = 84$  дБ). Расстояния до зеленых насаждений от автополотна по ул. Кирова приведены в табл. 4. Можно выделить 2 ряда линейных насаждений, где первый находится вблизи автомагистрали на расстоянии в среднем 2 м, а второй ряд на небольшом удалении — 5–6 м.

В связи с близким расположением древесных растений, вибрационно-акустический шум как постоянно действующий антропогенный фактор может влиять на жизнеспособность и общее состояние деревьев.

*Представленность и жизнеспособность исследуемых видов по ул. Кирова г. Донецка.* На исследуемой территории представленность видов, в зависимости от удаленности от автотрассы, отражена в табл. 5. Наибольшую долю в общей видовой совокупности



Таблица 4. Расстояние от автополотна до объектов исследования по ул. Кирова г. Донецка

Участок	Расстояние, м	
	min (1 ряд)	max (2 ряд)
1 — «ост. ул. Скочинского — ост. ул. Бирюзова-2»	1,5	6,0
2 — «ост. ул. Бирюзова-2 — ост. ул. Бирюзова-1»	2,0	6,0
3 — «ост. ул. Бирюзова-1 — ост. ул. Алексинская»	2,5	5,0

Таблица 5. Представленность видов на исследуемой территории в зависимости от удаленности от автотрассы

Вид	Представленность, %	Жизнеспособность, балл (ср. знач. ± ст. откл.)	
		вблизи автотрассы (до 3 м)	на удалении от автотрассы (более 3 м)
<i>Acer platanoides</i> L.	5	2 ± 1	4 ± 1
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	6	6 ± 1	7 ± 1
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	12	3 ± 1	4 ± 1
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall	13	3 ± 1	3 ± 1
<i>Populus bolleana</i> Lauche	29	4 ± 2	5 ± 1
<i>Populus simonii</i> Carriere	26	5 ± 1	5 ± 1
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	9	3 ± 1	3 ± 1
Всего:	100		

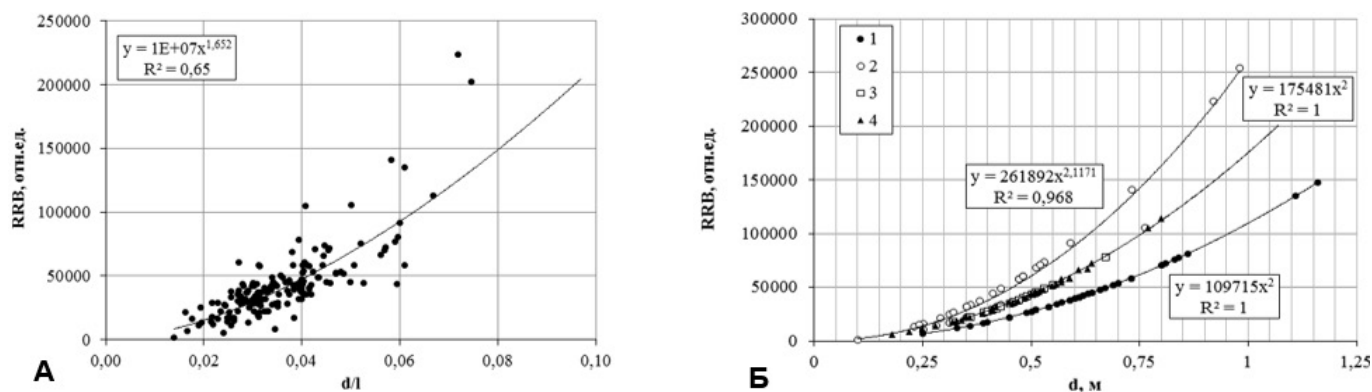


Рис. 3. Зависимость RRB от d/l (диаметр/длина) (А) и d (диаметра) ствола (Б).

Примечания: 1 — значения для *Populus bolleana* Lauche; 2 — *Acer platanoides* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Robinia pseudoacacia* L.; 3 — *Populus simonii* Carriere; 4 — *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall.

имеют такие виды как: *Populus bolleana* Lauche (29%), *Populus simonii* Carriere (26%), *Fraxinus pennsylvanica* Marshall (13%), *Fraxinus excelsior* L. (12%). Незначительную долю составляют представители *Acer platanoides* L. (5%), *Aesculus hippocastanum* L. (6%), *Robinia pseudoacacia* L. (9%). Средневозрастное значение древесных насаждений на исследуемом участке составляет 40–45 лет.

Как вблизи (до 3 м), так и на удалении от автотрассы (более 3 м) наибольшую жизнеспособность, согласно шкале Савельевой, имеют представители вида *Aesculus hippocastanum* L., среднее значение жизнеспособности которых составляет 6 и 7 баллов соответственно. Вблизи автотрассы наименьшую жизнеспособность имеют представители вида *Acer platanoides* L., где среднее значение для вида составляет 2 балла (неудовлетво-

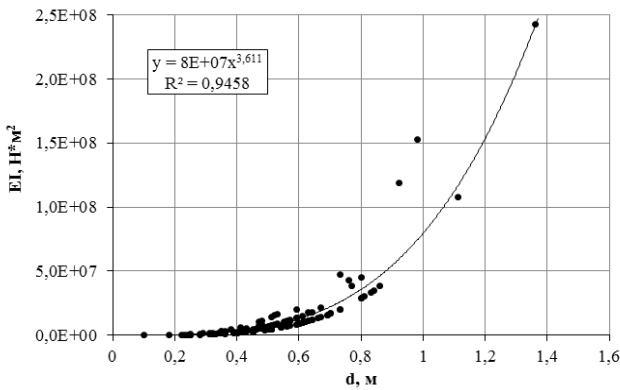


Рис. 4. Зависимость жесткости на изгиб (EI) от диаметра (d) ствола

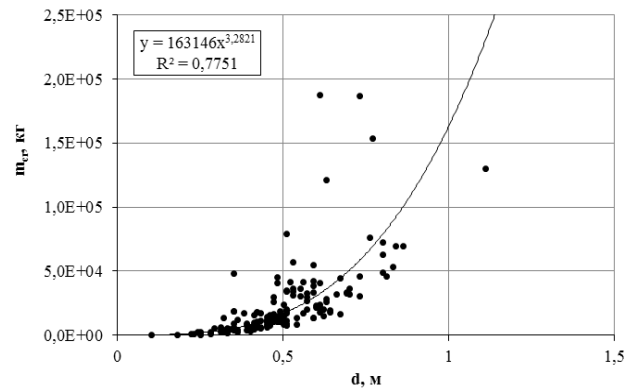


Рис. 5. Зависимость критической массы ( $m_{cr}$ ) от диаметра (d) ствола

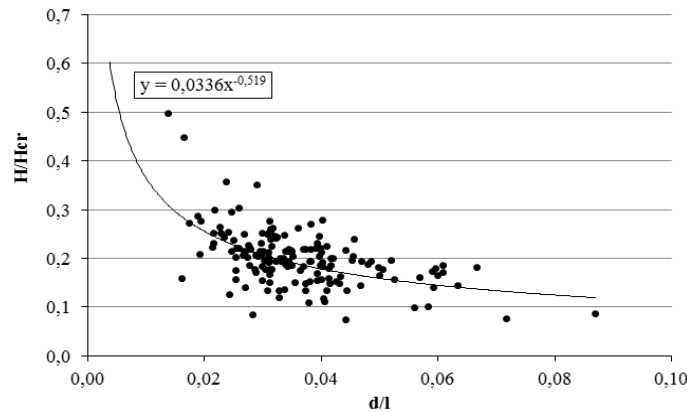


Рис. 6. Зависимость высоты к критической высоте дерева ( $H/H_{cr}$ ) от  $d/l$  (диаметр/длина) ствола

рительное состояние, частично сухой), а во втором ряду, при удалении от автомагистрали — *Fraxinus pennsylvanica* Marshall и *Robinia pseudoacacia* L., среднее значение которых составляет 3 балла (неудовлетворительное состояние).

Механическая устойчивость древесных растений в городе Донецке, на примере ул. Кирова. Общеви́довая зависимость параметра механической устойчивости относительного сопротивления изгибу ствола (RRB), носит степенной характер (коэффициент детерминации ( $R^2$ ) = 0,65). При значениях отношения диаметра ствола к его высоте ( $d/l$ ) от 0,01 до 0,04 наблюдаются минимальные значения RRB (рис. 3: A). В диапазоне  $d/l$  от 0,4 и выше, относительного сопротивления изгибу ствола находится в пределах  $5,0 \times 10^4 - 2,0 \times 10^5$  отн. ед.

Рассматривая видовые зависимости относительно сопротивления изгибу ствола древесного растения,

можно сделать вывод о высокой устойчивости *Acer platanoides* L., *Aesculus hippocastanum* L. и *Robinia pseudoacacia* L., произрастающих в урбодендрозах города Донецка. Интересным является тот факт, что растения подразделяются на 3 класса по наклону кривой. Так, во втором классе (средняя устойчивость) находятся деревья *Populus simonii* Carriere, *Fraxinus excelsior* L. и *Fraxinus pennsylvanica* Marshall. Из общей выборки тополь Болле имеет наименьший наклон кривой, однако он компенсируется большими значениями диаметра ствола в возрасте 40–50 лет.

Для общеви́довой характеристики зависимость параметра механической устойчивости жесткость на изгиб (EI), носит степенной характер ( $R^2 = 0,95$ ). При значениях  $d$  от 0,2 до 0,7 наблюдаются минимальные значения EI (рис. 3). В диапазоне  $d$  от 0,7 и выше, жесткость на изгиб находится в пределах  $1,5 \times 10^7 - 5,0 \times 10^8$  Н·м<sup>2</sup>, что является высоким показателем механической устойчиво-

Таблица 6. Оценка степени аварийности древесных растений, произрастающих в условиях городской среды

Вид	Степень аварийности
<i>Acer platanoides</i> L.	высокая
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	низкая
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	высокая
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall	высокая
<i>Populus bolleana</i> Lauche	средняя
<i>Populus simonii</i> Carriere	средняя
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	высокая

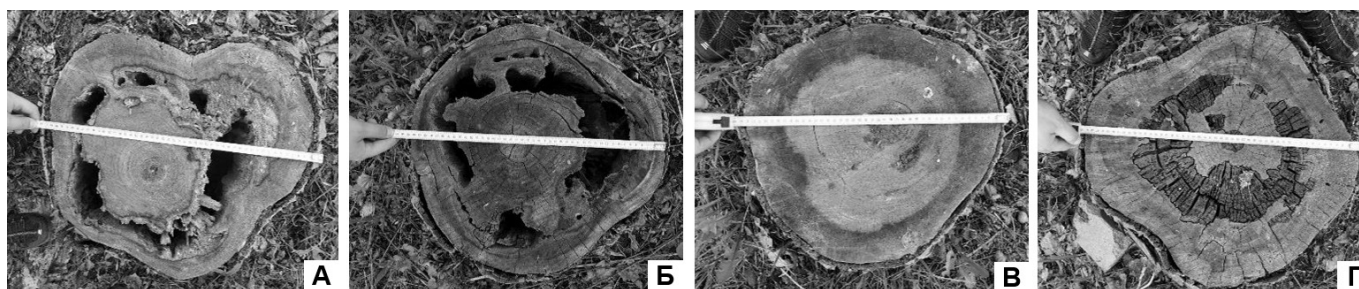


Рис. 7. Некоторые спилы растений *Populus bolleana* Lauche, имеющих высокую степень аварийности до момента ликвидации объекта. Примечания: А — № 5, D = 51 см, участок № 3, удаленность от трассы: 2 м (1 ряд); Б — № 17, D = 45 см, участок № 3, удаленность от трассы: 1,5 м (1 ряд); В — № 18, D = 48 см, участок № 2, удаленность от трассы: 5 м (2 ряд); Г — № 42, D = 50 см, участок № 2, удаленность от трассы: 5 м (2 ряд)

сти растений к действию статических и динамических нагрузок (рис. 4).

Общевидовая зависимость критической массы ( $m_{cr}$ ) от отношения диаметра ствола к его высоте ( $d/l$ ) носит степенной характер ( $R^2 = 0,78$ ). При значениях  $d$  от 0,1 до 0,5 наблюдаются минимальные значения  $m_{cr}$  (рис. 5). В диапазоне  $d$  от 0,5 и выше, значения критической массы находятся в пределах  $1,0 \times 10^2 - 2,0 \times 10^5$  кг.

Общевидовая зависимость высоты к критической высоте дерева ( $H/H_{cr}$ ) от отношения диаметра ствола к его высоте ( $d/l$ ) имеет степенной характер (рис. 6), однако значение достоверности является незначительным ( $R^2 = 0,3$ ). Из прогностической зависимости хода регрессии можно сделать вывод, что при значениях  $d/l$  до 0,01 деревья будут иметь критические значения (0,8–1,0) и оцениваться как механически неустойчивые. Однако в нашей выборке таких растений выявлено не было.

Оценка аварийности древесных растений в городе Донецке. Наибольшую степень аварийности на исследуемой территории имели представители видов *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica*

Marshall и *Robinia pseudoacacia* L. (табл. 6). Это может быть связано с приближением к критическому значению возраста деревьев в условиях региона, нарушению физиолого-биохимических процессов в растениях [1] в результате чего происходит снижение их жизнеспособности, невыполнение ряда экологических функций и в крайнем случае выпадение из древостоя.

Среднюю степень аварийности имели виды *Populus bolleana* Lauche и *Populus simonii* Carriere. Хотя для некоторых растений рода *Populus* L. (17 деревьев), которые достигли критического возраста 50 и более лет, степень аварийности была оценена как высокая (рис. 7).

Наиболее устойчивым видом являлся *Aesculus hippocastanum* L. Деревья данного вида — в основном это растения, не имеющие серьезных повреждений ствола и кроны, кроме морозобоин, которые характерны для этого вида на юго-востоке степной зоны.

Отметим, что в зимний период (февраль) 2021 г коммунальной службой Кировского района г. Донецка были ликвидированы 14 объектов древесных растений вблизи автомагистрали по ул. Кирова, в связи с уча-

стившимися случаями крушения деревьев. Все деревья тополя Болле на этом участке нами были оценены как аварийные с высокой долей вероятности облома. Распространение гнили в стволе растений показаны на рис. 7. Из анализа графического материала видно, что степень распространения гнили коррелирует с оценкой аварийности деревьев по использованной нами методике, включающей дендрологические и математические методы анализа.

## Выводы

Высокой жизнеспособностью отмечены деревья вида *Aesculus hippocastanum* L., как в условиях произрастания вблизи автомагистрали, так и при удалении от неё (6–7 баллов). Удовлетворительным состоянием обладали виды *Populus bolleana* Lauche и *Populus simonii* Carriere (4–5 баллов). Неудовлетворительное состояние характерно для *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Robinia pseudoacacia* L.

Механическая устойчивость *Acer platanoides* L. была наивысшей среди всех изученных видов ( $d/l = 0,05$ ;  $EI = 41 \times 10^6$ ;  $RRB = 10,1 \times 10^4$ ;  $m_{cr} = 150 \times 10^4$ ). Средние значения механической устойчивости характерны для *Populus bolleana* Lauche, *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall ( $d/l = 0,04$ ;  $EI = 63 \times 10^6$ ;  $RRB = 4,3 \times 10^4$ ;  $m_{cr} = 3,2 \times 10^4$ ). Низкими значениями при внутривидовом сравнении всех параметров механической устойчивости обладали виды: *Aesculus hippocastanum* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus simonii* Carriere ( $d/l = 0,04$ ;  $EI = 6,0 \times 10^6$ ;  $RRB = 3,6 \times 10^4$ ;  $m_{cr} = 1,8 \times 10^4$ ).

Высокая степень аварийности для растений, произрастающих в условиях городской среды, выявлена у *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Robinia pseudoacacia* L. и *Acer platanoides* L. Средняя степень аварийности характерна для видов рода *Populus* L. (*Populus bolleana* Lauche и *Populus simonii* Carriere). Низкой степенью аварийности обладали деревья *Aesculus hippocastanum* L.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков А.К. Интродукция древесных растений в условиях техногенной среды / под общ. ред. чл.- корр. НАН Украины А.З. Глухова. Донецк: Ноулидж, 2009. 268 с.
2. Alonso-Serra J. et al. Elimäki locus is required for vertical proprioceptive response in birch trees // *Current Biology*. 2020. Vol. 30, iss. 4. P. 589–599. DOI: 10.1016/j.cub.2019.12.016.
3. Корниенко В.О., Приходько С.А., Яицкий А.С. Оценка жизненного состояния древесных насаждений в условиях урбанизированной среды // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2020. № 03/2. С. 14–19.
4. ГОСТ 20444–85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. М.: Издательство стандартов, 1985. 20 с.
5. Нецветов М.В., Сулова Е.П. Механическая устойчивость деревьев и кустарников к вибрационным нагрузкам // *Промышленная ботаника*. 2009. Вып. 9. С. 60–67.
6. Корниенко В.О., Калаев В.Н., Елизаров А.О. Влияние температуры на биомеханические свойства древесных растений в условиях закрытого и открытого грунта // *Сибирский лесной журнал*. 2018. № 6. С. 91–102.
7. Корниенко В.О., Приходько С.А. Новый методический подход к оценке механической устойчивости зелёных насаждений в городской среде // *Самарский научный вестник*. 2018. Т. 7, № 2 (23). С. 72–77. DOI: 10.17816/snv201872114.
8. Румянцев Д.Е. Выявление аварийных деревьев в урбанизированной среде: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] // *Дендрология и уход за деревьями в урбанизированной среде*. — <https://s.econf.rae.ru/pdf/2015/03/4337.pdf>.
9. Нецветов М.В., Хиженков П.К., Сулова Е.П. Введение в вибрационную экологию. Донецк: Вебер, 2009. 164 с.

© Корниенко Владимир Олегович (kornienkovo@mail.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@sgspu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## К БИОЛОГИИ ГЛАДКОЙ БРОНЗОВКИ PROTAETIA SPECIOSISSIMA (SCOPOLI, 1786)

**Леонтьев Вячеслав Витальевич**

К.б.н., доцент, Елабужский институт Казанского  
федерального университета  
vleontev@yandex.ru

### БИОЛОГИЯ ГЛАДКОЙ БРОНЗОВКИ PROTAETIA SPECIOSISSIMA (SCOPOLI, 1786)

**V. Leontyev**

*Summary.* The work considers localization issues and some features of the biology of smooth bronze (*Protaetia speciosissima* (Scopoli, 1786) in the Republic of Tatarstan. This species is included in the Red Book of the Republic of Tatarstan (2016), in the Red Book of Russia, the regional Red Books of Russia and the Red Book of the IUCN (IUCN Red List of Threatened Animals), and therefore requires close attention and study as an important element of the biodiversity of the entomofauna of the Russian Federation.

*Keywords:* *Protaetia speciosissima*, plate-winged, bronze, Republic of Tatarstan, Red Book, biodiversity.

*Аннотация.* В работе рассмотрены вопросы локализации и некоторые особенности биологии гладкой бронзовки *Protaetia speciosissima* (Scopoli, 1786) на территории Республики Татарстан. Данный вид включен в Красную книгу Республики Татарстан (2016), в Красную книгу России, региональные Красные книги России и Красную книгу МСОП (IUCN Red List of Threatened Animals), и, поэтому требует пристального внимания и изучения, как важный элемент биоразнообразия энтомофауны Российской Федерации.

*Ключевые слова:* *Protaetia speciosissima*, пластинчатоусые жесткокрылые, бронзовки, Республика Татарстан, Красная книга, биоразнообразие.

### Введение

Целью исследования были поиски локализации, изучение биологии редкого вида пластинчатоусых жесткокрылых (Scarabeidae) насекомых, включенного в Красную книгу Республики Татарстан (2016), в Красную книгу России и Красную книгу МСОП (IUCN Red List of Threatened Animals) — бронзовки гладкой (*Protaetia speciosissima* (Scopoli, 1786)) на территории Республики Татарстан. Данный вид охраняется в Российской Федерации и включен в региональные Красные книги, где встречается данный вид.

### Природно-климатическая характеристика региона исследования

Республика Татарстан расположена в восточной части восточно-европейской, или Русской, равнины, у слияния рек Волги и Камы. Её территория включает северную часть Поволжья и соседствует с Предуралем. Территория республики протянулась с запада на восток на 400 км, с севера на юг на 250 км. Площадь республики 68 тыс. км<sup>2</sup>. Территория представляет со-

бой возвышенную ступенчатую равнину, расчлененную густой сетью речных долин. Широкими долинами Волги и Камы равнина разделена на три части: Предволжье, Предкамье и Закамье. Предволжье с максимальными высотами (276 м) занимает северо-восточную часть Приволжской возвышенности. В Восточное Предкамье с севера заходят южные окончания Можгинской и Сарапульской возвышенностей, разделенные долиной р. Иж. Наибольшие высоты достигают здесь 243 м. Самой высокой в Татарстане (до 381 м) является Бугульминская возвышенность в Восточном Закамье. Самый низкий рельеф (до 200 м) характерен для Западного Закамья. Долины самых крупных рек (Волги, Камы, Вятки) и многих средних (Свияги, Казанки, Шешмы, Зая, Ика, Большого Черемшана) имеют резко выраженную асимметрию склонов, обусловленную смещением русел этих рек вправо под действием силы Кориолиса. Более крутыми являются склоны, обращенные на юг и запад. Преобладание безлесных, открытых пространств, отсутствие крупных массивов болот и крупных водоемов, за исключением Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ, а также расчлененный рельеф способствуют лучшему нагреванию земной поверхно-

*Protaetia speciosissima* (Scopoli, 1786)

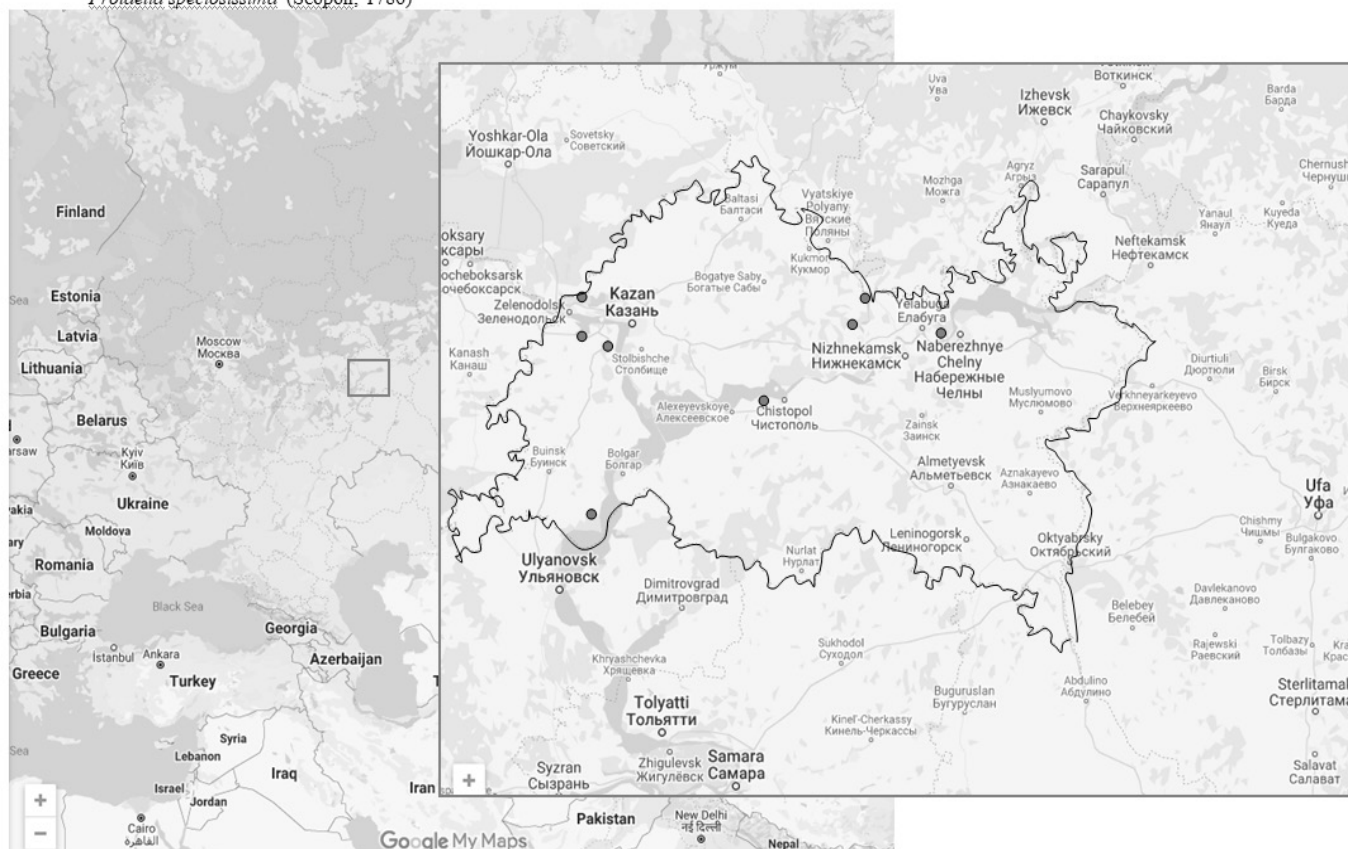


Рис. 1. Локализация *Protaetia speciosissima* (Scopoli, 1786) на территории Республики Татарстан

сти и воздуха летом, отчего климат становится более резким, континентальным. Республика Татарстан расположена на территории двух природных зон — лесной и лесостепной, в переходной полосе от зоны подзолистых почв к зоне черноземов. Здесь широко распространены дерново-подзолистые, серые лесостепные почвы и черноземы (Ермолаев и др., 2007).

### Распространение

Вид широко распространен в Средней и Южной Европе и европейской части Турции: Албания, Австрия, Босния и Герцеговина, Болгария, Беларусь, Хорватия, Европейская часть России, Чехия, Франция, Германия, Греция, Венгрия, Италия, Македония, Молдова, Польша, Румыния, Словакия, Словения, Испания, Швейцария, европейская часть Турции, Украина, Сербия и Черногория (Smetana, 2006).

В России северная граница проходит от Калининградской области на Брянск, Тулу, Елец, Воронеж, Йошкар-Олу, Малмыж, Киров, Оренбург; южная граница проходит по рубежу с Украиной, к Волгограду, по узкой полоске поймы Волги — до ее дельты, Уральск, Орен-

бург; на Кавказе и в Крыму отсутствует (Медведев, 1964).

В Среднем Поволжье России вид отмечен в 60-х годах прошлого века (Утробина, 1964). Указан для лесостепи Чувашской Республики, Республики Татарстан, Ульяновской и Самарской областей (Исаев и др. 2004).

### Материал и методы

Основными методами регистрации вида являлись использование пахучих ловушек для имаго, ручной сбор и раскопки местообитаний ювенильной фазы. Идентификация видовой принадлежности проводилась по описанию С.И. Медведева (1964).

Нами вид был отмечен в 6 районах Республики Татарстан, на припойменных территориях рр. Волга, Кама, Вятка (рис. 1). В отдельные годы вид отмечался в Зеленодольском районе, окрестностях и черте городов Казань и Елабуга. На территории Раифского участка Волжско-Камского государственного природного заповедника встречается практически ежегодно с 2004 года. Регулярно встречается в Тукаевском райо-

не (Большой Бор, Национальный парк «Нижняя Кама»). Эти территории являются достоверно известными резерватами сохранения и охраны вида на территории Республики Татарстан.

## Материал

Тукаевский р-н: «Большой Бор» («Национальный парк «Нижняя Кама»), окрестности оз. Отарка, 18.VI.2013, на большой вырубке соснового бора, недалеко от дубравы, 1 экз.; 16–17.VI. 2019, вблизи поймы оз. Отарка, на дубе, 2 экз.; 5.VII. 2020, 1 экз.; 22.08.2021, в распиленном дуплистом дубе (после извлечения пчелиных сот местным жителем) — 3 мертвых имаго, 1 мертвый имаго в коконе, 73 кокона, 1 ювенильная фаза; Мамадышский р-н: 21.VII.2017, в широколиственном лесу у д. Старый Черкас, 1 экз. (все — В.В. Леонтьев).

## Биология

Вид с евро-переднеазиатским типом ареала. Имаго — лимфофлософаг, ювенильная фаза — мицетоксилофаг. Стенотопный вид. Преимущественно держится в больших старых широколиственных лесах (клен, береза, дуб) и садах, среди древесных крон и на стволах с вытекающим соком. Лет с конца мая до третьей декады сентября, преимущественно со второй половины июня до середины августа. В период размножения (июнь-июль) встречается на опушках, полянах, или под пологом леса. Обычно летает днем. Иногда встречается в смешанных лесах. Жуки больших скоплений не образуют, встречаются чаще одиночно.

По данным E. Rössner (Rössner, 2012) развитие генерации длится пять лет. Личинки развиваются в верхней части ствола, и в области верхушки различных лиственных деревьев — дуб черешчатый (*Quercus robur* L., 1753), бук европейский (*Fagus sylvatica* L., 1753), липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill., 1768), яблоня (*Malus sylvestris* (L.) Mill.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), а также хвойных пород — сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L., 1753), при условии, что ствол имеет достаточный объем и поражен грибом, который размягчает древесину (Möller, 2009). Личинки развиваются в дуплах старых деревьев и нередко под валежинами, в увлажненной трухлявой древесине и пнях лиственных деревьев (дуб черешчатый (*Quercus robur* L., 1753), клен остролистный (*Acer platanoides* L., 1753), фруктовые деревья) (Медведев, 1964). Вероятно, одним из основных объектов питания личинок является мицелий дереворазрушающих грибов, развитие которых зависит от условий увлажнения. Цикл развития, вероятно, двухлетний. Нами были обнаружены личинки и пустые коконы (73 шт. в одном дереве) в нижней части ствола дуплистого дуба, о чем будет описано далее.

Категория угрозы  
исчезновения таксона в России  
по критериям МСОП: EN

Не смотря на малочисленность вида, на территории Республики Татарстан сохраняются устойчивые популяции, благодаря их расположению на особо охраняемых природных территориях: Волжско-Камский государственный природный заповедник и Национальный парк «Нижняя Кама».

Результаты исследования  
и их обсуждение

Летний сезон 2021 года выдался не удачным для развития многих видов бронзовок: жаркие июнь и июль — температура воздуха достигала 37–39 °С, осадки отсутствовали. За весь летний период встречалось лишь несколько особей золотистой, металлической, мраморной и воючей бронзовок. Хотя в предыдущие годы эти виды были обычными и массовыми. Живые особи гладкой бронзовки не встречались вообще. Пахучие ловушки, установленные в дубравах, также не давали результатов. Особый интерес в рамках данного исследования представляла небольшая дубрава, расположенная узкой полосой в «Большом Бору», на территории ФГБУ «Национальный парк «Нижняя Кама», на побережье озер Отарка и Брод, протяженность которой составляет 1380 метров, а в поперечнике — всего 40–50 метров. С севера от дубравы расположены сосновые и смешанные лесные массивы. Раскопки трухлявых пней и дуплистых деревьев позволили выявить постоянное присутствие гладкой бронзовки в районе исследования, помимо единичных ранних встреч. Волей случая здесь, 22.08.2021 г., было обнаружено гнездовье личинок гладкой бронзовки. Оно было обнаружено в распиленном местным жителем дуплистом дубе, где обитала пчелиная семья (рис. 2).

Здесь сохранились фрагменты пчелиных сот. Там же были обнаружены останки и перья галки (*Coloeus monedula* (Linnaeus, 1758)), которые предпочитают гнездиться в дуплистых деревьях. Свидетельств гнездостроительства галкой не обнаружено. Видимо, в начале гнездового периода птица была убита пчелами при попытке пролезть в дупло.

На дне дупла располагался толстый слой (35–40 см) переработанной личинками бронзовок древесной трухи, имеющую характерную гранулированную структуру. Очевидно, что данное дуплистое дерево использовалось ими много лет. Раскопки позволили выявить достоверное присутствие здесь именно гладкой бронзовки. В итоге в дупле одного дерева было обнаружено: 3 мертвых имаго, 1 мертвое имаго в коконе, 5 надкры-



Рис. 2. Гнездовье *Protactia speciosissima* в распиленном дубе



Рис. 3. Коконь скарбеоидных жуков (слева направо): ♀ *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758;  
♂ *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758; *Protactia speciosissima* (Scopoli, 1786);  
*Cetonia aurata* Linnaeus, 1758





Рис. 4. Слева направо: кокон *Protætia speciosissima* (Scopoli, 1786), пораженный «белой» гнилью; останки имаго; личинка

лий и другие фрагменты, 73 пустых кокона, 1 ювенильная фаза.

Средний размер кокона гладкой бронзовки составлял 30×23 мм. Для сравнения — размер кокона мраморной бронзовки составлял 27×18 мм, золотистой бронзовки — 25×15 мм. Кокон жука-олени имели размеры: самца — 85×50 мм, самки — 65×55 мм (рис. 3). Кокон бронзовок склеены экскрементами личинки из древесной гранулированной трухи, переработанной самими личинками. Кокон жука-олени склеены экскрементами личинками из земли. Кокон мраморных бронзовок были обнаружены в трухлявом пне в этом же лесу. Жуки-олени и бронзовка золотистая также обитают в этом лесу, но были обнаружены в другой дубраве, удаленной на несколько десятков километров.

Длина личинки составляла 62 мм — это личинка старшего возраста (рис. 4). После изучения место раскопки было восстановлено, личинка возвращена в гнездовье, были изъяты несколько пустых коконов и мертвые имаго.

Обнаружение в дупле мертвых имаго вызывает вопросы. Нередко, личинки, куколки и имаго бронзовок погибают от поражения грибками «белой гнилью» (рис. 4). Этим можно объяснить нахождение мертвого имаго в коконе. Так называемая «бурая гниль» размягчает древесину, что делает ее удобоваримой для личинок, которые также могут использовать в пищу этот грибок. Обнаружение в дупле останков сформированных имаго (рис. 4) можно объяснить другой причиной. Вероятно, останки имаго принадлежат самкам (внешний половой диморфизм не выражен, изучение полового аппарата не проводилось), которые после откладки яиц в дупле завершили свой жизненный цикл.

Здесь возникает еще один вопрос — не характерно ли данному виду явление, называемое «*homing*», свойственное многим позвоночным и некоторым беспозвоночным (моллюскам, ракообразным и неко-

торым перепончатокрылым насекомым). В лесу подобных дуплистых деревьев достаточно, тогда получается, что каждое из них может представлять «родовое имение», а особи, развивающиеся в них, представляют относительно обособленные генетические линии. Данная проблема требует специальных генетических исследований особей данного вида, начиная с личинок, и заканчивая имаго, с маркировкой локальных мест их обитания.

Гладкая бронзовка предпочитает для своего развития дуплистые дубовые деревья, и может сожительствовать с нередко поселяющимися здесь пчелой медоносной, шершнем, летучими мышами, птицами-дуплогнезdnиками. Очевидно, развиваясь два года на дне дупла, в древесной трухе, личинки бронзовки не вызывают особого беспокойства для сезонно обитающих здесь дуплогнезdnиков.

### Заключение

Так или иначе, можно утверждать, что на данном небольшом дубравном участке обитают стабильные популяции редких значимых видов, обнаруженные попутно в ходе исследования: *Protætia speciosissima* (Scopoli, 1786) — Бронзовка гладкая, *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 — европейский Жук-олень, *Zerynthia polyxena* Denis & Schiffermüller, 1775 — Поликсена, *Astiodes sponsa* Linnaeus, 1767 — Ленточница пурпуровая, или малиновая, *Catocala fraxini* (Linnaeus, 1758) — Ленточница голубая. В дубраве произрастает кирказон — кормовое растение поликсени. Гусеницы ленточниц питаются листьями дуба. Данные виды занесены в Красную книгу Республики Татарстан (2016), первые два из них — в Красную книгу России (Приказ ..., 2020) и Красную книгу МСОП (IUCN Red List of Threatened Animals). Данные виды ассоциированы с дубом черешчатым (*Quercus robur* Linnaeus, 1753) как и некоторые виды позвоночных животных (сойка, кабан, лось), поэтому сохранение дубрав имеет важное значение в качестве резерватов биоразнообразия животных. Отрадno, что

данный небольшой дубравный участок расположен на территории национального парка, что сохраняет его от окончательной вырубki, хотя нередко несанкционированная вырубка высохших обезлиственных дубов местными жителями производится (на окраине дубравы расположен населенный пункт Луговой). Такие деревья являются местом питания и размножения для многих видов беспозвоночных животных. Кроме того, эта дубрава находится в зоне рекреации, располагаясь на побережье озер, и по ее окраине и вдоль, проходит

грунтовая дорога. Очевидно, что данному дубравному участку необходимо изменить статус рекреационного использования. Необходимы ограничение вырубki и сохранение старовозрастных деревьев, особенно дуба, липы в широколиственных лесах. Запрет отвода земель под садоводческие общества в приопушечной части леса. Данные мероприятия будут способствовать сохранению биоразнообразия животного и растительного мира на локальных территориях, которые являются резерватами редких и сокращающихся видов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ермолаев О.П. и др. Ландшафты Республики Татарстан: региональный ландшафтно-экологический анализ / О.П. Ермолаев и др.; под ред. проф. О.П. Ермолаева. Казань: Слово, 2007. 410 с.
2. Исаев А.Ю., Егоров Л.В., Егоров К.А. Жесткокрылые (Insecta, Coleoptera) лесостепи Среднего Поволжья: Каталог. Ульяновск, 2004. 72 с.
3. Красная книга Республики Татарстан: животные, растения, грибы / под гл. ред. А.А. Назиров, зам. гл. ред. Ю.А. Горшков, Д.В. Иванов, Т.В. Рогова. 3-е изд. Казань: Изд-во «Идел-Пресс», 2016. 760 с.
4. Медведев С.И. Пластинчатоусые (Scarabaeidae): подсемейства Cetoniinae, Valginae // Фауна СССР: Н.С. № 90. Жесткокрылые; Т. 10. Вып. 5. М.-Л.: Наука, 1964. 375 с.
5. Приказ об утверждении перечня объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации № 162 от 24.03.2020 г.
6. Утробина Н.М. Фауна и распространение пластинчатоусых жуков (Coleoptera, Scarabaeidae) в Среднем Поволжье // Почвенная фауна Среднего Поволжья. М., 1964. С. 67–92.
7. Möller G. 2009. Struktur und Substratbindung holzbewohnender Insekten, Schwerpunkt Coleoptera. Käfer. Dissertation, Freie Universität Berlin, 284 pp.
8. Rössner E. 2012. Die Hirschkäfer und Blatthornkäfer Ostdeutschlands (Coleoptera: Scarabaeoidea). Verein der Freunde & Förderer des Naturkundemuseums Erfurt e.V., Erfurt, 508 pp.
9. Smetana A. 2006. Cetoniinae Leach, 1815. In: Löbl I. & Smetana A.: Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 3: 690 pp. Apollo, Stenstrup.
10. IUCN Red List of Threatened Animals. <https://www.iucnredlist.org/>

© Леонтьев Вячеслав Витальевич ( vleontev@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI 10.37882/2223–2966.2021.11.15

## ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА ВОДОТОКОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КРАСНОЯРСКИЕ СТОЛБЫ»

### ECOLOGICAL AND FAUNISTIC CHARACTERISTICS OF ZOOPLANKTON OF THE KRASNOYARSKIE STOLBY NATIONAL PARK WATER CURRENTS

**L. Lukashina**  
**D. Nikonorova**  
**O. Potyutko**

*Summary.* The article analyzes the data on the seasonal and long-term dynamics of the qualitative and quantitative characteristics of zooplankton in the Mana and Bazaikha streams — washing the Krasnoyarsk Stolby National Park. The authors found 62 species and forms of plankters. The main contribution to the formation of the zooplankton communities abundance in rivers was made by rotifers. The maximum quantitative characteristics of zooplankton were observed in the summer.

*Keywords:* zooplankton, abundance, trophic structure, Mana River, Bazaikha River.

**Лукашина Людмила Сергеевна**

Аспирант, Российский Государственный Социальный Университет; м.н.с., Институт глобального климата и экологии, (Москва)  
lukashina.96@mail.ru

**Никонорова Дарья Владимировна**

Аспирант, Российский Государственный Социальный Университет, (Москва)

**Потютко Олег Михайлович**

К.б.н, в.н.с., Институт глобального климата и экологии, (Москва)

*Аннотация.* В статье проанализированы данные по сезонной и многолетней динамике качественных и количественных характеристик зоопланктона водотоков Мана и Базаиха — омывающих Национальный парк Красноярские Столбы. Авторами встречено 62 вида и формы планктеров. Основной вклад в формирование численности зоопланктонных сообществ рек вносили коловратки. Максимальные количественные характеристики зоопланктона наблюдались в летний период.

*Ключевые слова:* зоопланктон, численность, трофическая структура, река Мана, река Базаиха.

### Введение

**И**зучение качественного разнообразия сообществ гидробионтов малых рек имеет большое значение для понимания особенностей функционирования крупных экосистем, притоками которых они являются, а также многих процессов и механизмов, посредством которых регулируется поток вещества и энергии.

В связи с низкой продуктивностью малых водотоков [11,14,15,16,18], основу водного баланса которых формируют талые воды, составляя до 80% в исследуемых реках, изучению их планктонной фауны уделяется незначительное внимание. Основу таких экосистем формируют бентосные сообщества, через которые проходит основной поток вещества и энергии [11,13,14,15,16,18], а фитопланктонные и зоопланктонные сообщества обеднены и сформированы транзитными видами. Первичные фаунистические исследования водотоков Национального парка «Красноярские столбы» проведены Запекиной-Дулькейт в 1961 [3]. Дальнейшие — носили спорадический характер и проводились в рамках комплексных. По своим гидрологическим характеристикам исследованные водотоки

относятся к малым водотокам, основными притоками которых до 95% общего числа формируют кренали и родниковые ручьи [3].

Недостаточная исследованность фаунистического состава исследованных рек, а также его экологических и географических составляющих, явились причинами цели нашего исследования — определить современный состав фауны зоопланктонных сообществ рек Мана и Базаиха, а также выявить тенденции изменения качественного и количественного состава в сезонной и годовой динамике.

### Материалы и методы исследования

Материалом нашей работы послужили пробы зоопланктона, собранные в водотоках омывающих границы Национального парка «Красноярские столбы», как на территории самого парка, так и в его охранной зоне: р.Мана — N55.94172, E92.47525; р.Базаиха, устье — N55.97245°E92.78889 и р.Базаиха, фоновый створ — N55.92933°E92.85317. Наибольший объем материала пришелся на устьевые области рек Мана и Базаиха. Отбор проб осуществляли с периодичностью раз в месяц с апреля по октябрь. Отбор и обработка

Таблица 1. Межгодовая динамика численности зоопланктона, экз/м<sup>3</sup>

	2018	2019	2020	2018–2020
Базаиха	87±25	117±29	1868±1584	721±561
Мана	162±94	440±228	580±424	394±16

проб проведены по общепринятой методике [5,8]. Таксономический состав зоопланктона идентифицировали по соответствующим определительным ключам [1,2,4,7,9,10].

Среди количественных характеристик определяли численность, а также долю таксономических групп в сообществах.

Общий объем материала доступный для исследования за 3 года составил 63 количественные пробы, из которых 21 проба отобрана в р. Мана и 42 пробы — в р. Базаиха.

Результаты и обсуждение

В составе зоопланктона р. Мана встречено 28 видов и форм. Наибольшее видовое разнообразие характерно для *Rotifera* — 13 видов и *Copepoda* — 9 видов, наименьшее число видов принадлежало *Cladocera* 6 видов. Среди встреченных групп наибольшим числом видов представлен род *Cyclops* — 4 вида. В группе *Cladocera* — *Bosmina Daphnia* по 2 вида, среди *Rotifera*: *Euchlanis*, *Keratella* — по 2 вида.

В сообществе зоопланктона реки Базаиха встречено 34 вида, среди которых наибольшее видовое разнообразие, так же как и в р. Мана принадлежало *Rotifera* — 20. Минимальным числом видов — *Copepoda* — 9 и, *Cladocera* — 5 видов. В группе *Rotifera* наибольшим разнообразием представлены роды: *Euchlanis*, *Keratella*, *Disstrocha* — по 2 вида, род *Notholca* представлен 3 видами.

По Одуму [6] вид считается обязательным, если его частота встречаемости лежит в диапазоне от 50–100%, второстепенным, когда частоты встречаемости лежат в диапазоне от 25 до 50% и случайными — от 1 до 25%. В таком случае в р. Мана доминировало 2 вида: *Keratella quadrata* (Müller, 1786) и *Cyclops strenuus* Fischer, 1851. Группа второстепенных, чья частота встречаемости лежит в диапазоне от 25 до 50% насчитывает 6 видов: *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1776), *B. longispina* Leydig, 1860, *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Cyclops vicinus* Uljan, *Diacyclops languidus* (G.O. Sars, 1863), *Trichotria truncata* (Whitelegge, 1889). Оставшиеся 20 видов отнесены к случайным.

Комплекс доминирующих видов по частоте встречаемости в р. Базаиха, так же как и в р. Мана, представлен 2 видами, однако, не смотря на географическую близость исследованных водных объектов, а также схожесть гидрологических и климатических условий, состав доминирующих видов представлен другой группировкой, так основной вклад в формирование численности здесь вносили *Rotifera*: *Euchlanis lyra* Hudson, 1886, *Scapholeberis mucronata* (O.F. Muller, 1776) с частотой встречаемости от 50 до 60%. Группа второстепенных — *Notholca acuminata* (Ehrenberg, 1832), *Ectocyclops phaleratus* (Koch, 1838), *Eucyclops macrurus* (G.O. Sars, 1863), *Chydorus sphaericus* (O.F. Muller, 1776) — от 25 до 50%. Комплекс случайных видов с частотой менее 25% объединял 28 видов.

В фауне зоопланктона исследованных водотоков преобладали вертикаторы, 43% встреченных видов, доля первичных фильтраторов составляла — 16%, хвататели — 14%, остальные трофические группировки были представлены единичными видами, среди которых собиратели и вторичные фильтраторы представлены по 8%, хвататели-всасыватели и фильтраторы — 6 и 4% соответственно.

В реке Мана большая часть видов — 43% от общего числа представлена эвритопными видами. Литоральная группа включала 32%. На долю истинно планктонных видов приходилось 21% фауны, группа фитофильных — представлена 4%.

В связи с отчетливо выраженной гидродинамической активностью р. Базаиха соотношение жизненных форм зоопланктона имело заметные отличия, так эвритопные и литоральные виды — представлены равными долями и составляли по 38% общей фауны. Типично планктонные виды составляли лишь — 12% фауны. В р. Базаиха отмечен ряд жизненных форм, не встречающихся в р. Мана такие как — литорально-бентические (6%), фитофильно-бентические (3%) и фитофильные (3%).

Относительно географического распространения, встреченные нами виды зоопланктона принадлежали ко всеветно распространенные виды — 53%, палеарктические и голарктические виды представлены равными долями — 24% и — 22% соответственно. Максимальное число всеветно распространенных видов характерно для р. Базаиха — (65%), доля космополитов в р. Мана

составляла 46%. Группы палеарктических и голарктических видов в р. Базаиха представлены равны долями — по 18%, в р. Мана — палеаркты 29%, голаркты 25%.

Из таблицы следует, что среднегодовая численность в исследуемый период возрастает в межгодовой динамике от 2018 к 2020 году, при этом минимальное и максимальное значения характерны для р. Базаиха, амплитуда колебаний численности в р. Мана значительно ниже. Максимальные значения численности в исследуемых реках зарегистрированы летом 2020 г. — река Базаиха 12,48 тыс. экз./м<sup>3</sup>, река Мана — 3,58 тыс. экз./м<sup>3</sup> (таблица 1).

Увеличение численности зоопланктона в реке Базаиха было связано с массовым развитием вертификаторов *Euchlanis lyra* Hudson, 1886 и первичных фильтраторов *Scapholeberis mucronata* (O.F. Muller, 1776). В реке Мана — развитием коловраток вертификаторов *Keratella quadrata* (Muller, 1786) и *Keratella cochlearis* (Muller, 1786).

Минимальные значения численности зарегистрированы для реки Базаиха осенью 2018 г. — 20 экз./м<sup>3</sup>, для реки Мана весной того же года — 80 экз./м<sup>3</sup> (таблица 1).

В 2018–2020 гг. средняя численность зоопланктона за вегетационный период в реке Базаиха была в 2 раза выше, чем в р. Мана.

### Заключение

В период исследований малых водотоков Национального парка «красноярские столбы» в составе зоопланктона встречено в общей сложности 49 видов

беспозвоночных, среди которых наибольшее видовое разнообразие принадлежало *Rotifera* — 25, число видов веслоногих — 13 и ветвистоусых — 11 раков значительно уступало разнообразию коловраток. В количественном отношении основной вклад в развитие сообществ также вносили коловратки на протяжении всего вегетационного периода.

В зоогеографическом отношении зоопланктон сформирован всеветно распространенными видами — достигающими 65% фауны, им сопутствовали в равных долях палеарктические и голарктические виды — составляя от 24 до 26%.

Основной структурообразующий комплекс видов зоопланктона для исследуемых рек включал в себя следующие виды: *Euchlanis lyra* Hudson, 1886, *Scapholeberis mucronata* (O.F. Muller, 1776) (р. Базаиха), *Keratella quadrata* (Müller, 1786), *Cyclops strenuus* Fischer, 1851 (р. Мана).

Количественное развитие зоопланктонных сообществ исследованных водотоков испытывало закономерное увеличение в летний период, достигая максимальных значений к июлю.

### Благодарности

Коллектив авторов приносит искреннюю благодарность к.б.н. Т.Н. Ануфриевой за любезно предоставленный материал для этой статьи, а также консультации по гидрологическому и гидрохимическому режиму исследованных рек.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель Calanoida пресных вод СССР. Л.: Наука, 1991. 504 с.
2. Жизнь пресных вод СССР / Под ред. В.И. Жадина. Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1940. Т. 1. 460 с.
3. Запекина-Дулькейт Ю.И., Дулькейт Г.Д. Гидробиологическая и ихтиологическая характеристика водоемов государственного заповедника «Столбы» // Труды государственного заповедника «Столбы». Красноярск, 1961. № 3. 110 с.
4. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л.: Наука. 1970. 744 с.
5. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1982. 33 с.
6. Одум Ю. Экология / Под ред. В.Е. Соколова. М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
7. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1 Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолыхина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 456 с.
8. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 318 с.
9. Смирнов Н.Н. Chydoridae фауны мира. Фауна СССР. Ракообразные. Т. 1. Вып. 2. Л.: Наука, 1971. 531 с.
10. Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. Москва: КМК, 2011. 219 с.
11. Чужекова Т.А. Структурно-функциональные свойства сообществ макрозообентоса родниковых ручьев бассейна Средней Волги автореферат дисс. ... кандидата биологических наук / Санкт-Петербург, 2016. 24 с.
12. Allan J., Castillo M. Stream Ecology: Structure and function of running waters. Springer Science & Business Media, 2007. 444 с.
13. Illies J. Die Besiedlung der Fulda (insb. das Benthos der Salmonidenregion) nach dem jetzigen Stand der Untersuchung // Berichte der Limnol. Flußstation Freudenthal. 1953. V. 5. S. 1–28.

14. Illies J. Die Lebensgemeinschaft des Bergbaches. Wittenberg Lutherstadt: Ziemsen, 1961. 106 с.
15. Illies V.J. Die Bedeutung der Strömung für die Biozönose in Rhithron und Potamon //1962. V. 213. № 1961. S. 433–435.
16. Minshall G.W. Role of allochthonous detritus in the trophic structure of a woodland springbrook community // Ecology. 1967. V. 48. № 1. S. 139–149.
17. Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R. & Cushing C.E. The River Continuum Concept // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1980. V. 37. № 1. S. 130–137.
18. Vannote R.L., Sweeney B.W. Larval Feeding and Growth Rate of the Stream Crane-fly *Tipula abdominalis* in Gradients of Temperature and Nutrition // Proc. Acad. Nat. Acad. Nat. Sci. Philadelphia. 1985. V. 137. № 2. S. 119–128.

© Лукашина Людмила Сергеевна (lukashina.96@mail.ru),  
Никонорова Дарья Владимировна, Потютко Олег Михайлович.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИМУННОГО ОТВЕТА ПРИ ЛОКАЛЬНО-ИНФЕКЦИОННО-ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ И СЕПСИСЕ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

## PATOGENETIC ASPECTS OF IMMUNE RESPONSE TO LOCAL INFECTIOUS-INFLAMMATORY DISEASES AND SEPSIS IN INFANTS

*S. Maharramova*

*Summary.* Socio-biological factors have a negative impact on the nature of local infectious-inflammatory diseases and sepsis in infants (type of nutrition, pregnancy complications, CNS hypoxia, thymomegaly, dysbacteriosis, hypotrophy, rickets, anemia, acute respiratory viral infection). In infants born as a result of physiological pregnancy and fed naturally, local infectious-inflammatory diseases were mild in 93.7% of cases. 55.4% of infants born as a result of pathological births and fed artificially had a severe form of local infectious-inflammatory diseases. In infants with premorbid background and concomitant thymomegaly and dysbacteriosis, severe forms of local infectious-inflammatory diseases were found in 84.0% and 82.2% of cases, respectively.

*Keywords:* LiID, sepsis, immune systems, immunoglobins, infants.

*Магеррамова Сара Гусейнага гызы*

*Н.с., Институт Генетических ресурсов НАН  
Азербайджана, г. Баку  
huseynaga.gurbanov@gmail.com*

*Аннотация.* Социально-биологические факторы негативно влияют на характер местных инфекционно-воспалительных заболеваний и сепсиса у новорожденных (тип питания, осложнения беременности, гипоксия ЦНС, тимомегалия, дисбактериоз, гипотрофия, рахит, анемия, ОРВИ). У новорожденных, рожденных в результате физиологической беременности и вскармливаемых естественным путем, местные инфекционно-воспалительные заболевания протекали в легкой форме в 93,7% случаев. 55,4% новорожденных, рожденных в результате патологических родов и вскармливаемых искусственно, имели тяжелую форму местных инфекционно-воспалительных заболеваний. У детей грудного возраста с преморбидным фоном и сопутствующей тимомегалией и дисбактериозом тяжелые формы местных инфекционно-воспалительных заболеваний выявлялись в 84,0% и 82,2% случаев соответственно.

*Ключевые слова:* LiID, сепсис, иммунный систем, иммуноглобины, дети грудного возраста.

С каждым годом продолжает увеличиваться число больных с аллергической патологией, в том числе локализованными инфекционно-воспалительными заболеваниями (ЛИВЗ) и сепсисом [1, 2, 4, 11]. ЛИВЗ и сепсис связан, в первую очередь с воздействием факторов окружающей среды и генетической предрасположенностью организма [3, 6, 10]. ЛИВЗ и сепсис у детей грудного возраста встречаются довольно часто [9, 13, 14]. Они занимают особое место среди заболеваний с тяжелым клиническим течением и осложнениями, которые становятся причиной смерти. Сепсис, перенесенный в грудном возрасте, у детей более старшего возраста становится причиной разных нарушений. В последние годы сепсис стал намного чаще встречаться у детей, а также и у взрослых. Несмотря на наличие новых антибиотиков широкого спектра действия и антисептических средств, за последние 50 лет количество заболевших сепсисом увеличилось в 10 раз. Известно, что сепсис обычно развивается после локального воспалительного процесса. Исследования последних лет доказывают, что локальный воспалительный процесс лишь тогда переходит в сепсис, когда ослабевают защитные силы организма. Однако, несмотря на это

в современной литературе по иммунологии нет конкретных данных, касающихся влияния того или иного преморбидного фона на иммунную систему ребенка при ЛИВЗ.

В последние 20 лет, при рассмотрении перехода локальных воспалительных процессов в сепсис, особое внимание уделяется роли дисбактериоза в кишечнике. Как при одной, так и при другой болезни может наблюдаться дисфункция иммунной системы и снижение защитных сил организма, что в свою очередь может способствовать переходу локального воспалительного процесса в сепсис [5]. В литературе имеются очень скудные сведения, относительно лечебных и профилактических мер, которые при терапии локальных воспалительных заболеваний и сепсиса грудных детей проводятся в зависимости от преморбидного фона либо тех или иных иммуно-метаболических изменений. Помимо того, что сведений очень мало, они носят еще и противоречивый характер, что лишний раз подтверждает необходимость и важность проведения соответствующих исследований в данной области. Стало очевидным, что в основе патогенеза сепсиса лежит запуск цитокиново-

го каскада, включающего продукцию как провоспалительных, так и противовоспалительных цитокинов. Баланс между этими оппозитными группами медиаторов во многом определяет характер течения и исход гнойно-септических заболеваний [8, 12, 15]. Однако, несмотря на это в современной литературе по иммунологии нет конкретных данных, касающихся влияния того или иного преморбидного фона на иммунную систему ребенка при локальных инфекционно-воспалительных заболеваниях. Также отсутствуют сведения о переходе (трансформации) локальных воспалительных заболеваний в сепсис в результате воздействия вредных социально-биологических факторов. Учитывая изложенное выше, мы поставили себе целью осуществить настоящую исследовательскую работу.

### Цель исследования

Цель исследования заключалась в изучении роли некоторых социально-биологических факторов, вида питания младенца, особенностей внутриутробного развития, тимомегалии, дисбактериоза, ОРВИ (острой респираторной вирусной инфекции) в трансформации ЛИВЗ в сепсис у детей грудного возраста и обосновании аргументированных подходов лечения.

### Методы исследования

Под нашим наблюдением находилось 487 грудных младенцев с ЛИВЗ. Для сравнения иммуно-метаболических параметров были отобраны 60 практически здоровых детей. Эти дети соответственно возрасту были разделены на 3 группы: I группа — 20 детей в возрасте 1–6 месяцев; II группа — 20 детей в возрасте 7–12 месяцев; III группа — 20 детей в возрасте 1–3 лет. Для выяснения состояния клеточного иммунитета, путём использования моноклональных антител, определяли Т-лимфоциты и их субпопуляции CD3+, CD4+, CD8+, CD14+, CD16+, CD19+. В настоящее время это считается самым надежным исследованием. Для определения функциональной активности лимфоцитов использовалась реакция бласттрансформации [7]. С целью изучения состояния гуморальной иммунной системы с помощью метода определяли в сыворотке крови количество иммуноглобулинов А, М, G (IgG1, G2, G3, G4). Количество IgE в сыворотке крови устанавливали иммуноферментным методом, с использованием реактивов швейцарской фирмы "Pharmacia Diagnostic AB". Наряду с иммуноглобулинами в сыворотке крови определяли также мало-, средне- и крупномолекулярные белковые фракции циркулирующих иммунокомплексов (ЦИК). Для выявления показателей неспецифического иммунитета определяли количество нейтрофилов в 1 мкл крови. Функциональную активность нейтрофилов устанавливали посредством теста восстановления ни-

тросинего тетразолия (НСТ-тест). На начальном этапе исследования для выявления пренатальных факторов риска и роли преморбидных состояний в трансформации ЛИВЗ и сепсис в постнатальном периоде, исследуемые дети были разделены на группы следующим образом. В I группу были включены 16 детей, родившихся в ходе физиологической беременности и физиологических родов. Во II группу вошли 18 детей, родившихся в результате патологической беременности, но при физиологических родах. В III группу были включены 15 детей, родившихся от матерей с нефропатией беременности при патологических родах. У этих детей в раннем неонатальном периоде выявлялось гипоксическое повреждение центральной нервной системы I и II степени. В IV группу вошли 18 детей, матери которых во время беременности страдали нефропатией. У этих детей к ЛИВЗ присоединилась еще и ОРВИ. В V группу были включены 18 детей, которые родились после патологически протекавшей беременности. У них ЛИВЗ протекал на фоне тимомегалии I–III степени. В VI группу вошли 28 младенцев грудного возраста, которые были рождены при патологических родах. ЛИВЗ у этих детей развивался на фоне дисбактериоза.

Наряду с этим, для изучения влияния на течение ЛИВЗ преморбидных заболеваний и питания, часть выбранных для исследования больных детей, была сгруппирована также по другому принципу. Эти пациенты были разделены на 3 группы. I группа в этом случае состояла из детей, родившихся после физиологического течения родов. У них постнатальное развитие протекало нормально и они, в свою очередь, были разделены на 2 подгруппы: в подгруппу IA вошли 15 детей с естественным кормлением, а в подгруппу IB 15 детей с искусственным кормлением. В группу IIA вошли 17 детей с ЛИВЗ, который развился на фоне рахита и анемии. И наконец, в группу IIIA включили 19 детей с ЛИВЗ, который развился на фоне гипотрофии, анемии и рахита.

### Результаты исследования

Наши исследования, которые заключались в наблюдении за динамикой протекания локальных инфекционно-вирусных заболеваний подтверждают, что в причине возникновения этой болезни важное значение имеет влияние на организм ребенка анте-, интра- и постнатальных факторов риска. У детей ЛИВЗ чаще всего встречается в результате влияния 2-х и более факторов преморбидного фона (рис. 1). У детей, родившихся от физиологической беременности (I группа), в 93,7% ЛИВЗ имело легкое течение, а в 6,3% среднюю степень тяжести. Формы с тяжелым течением не встречались.

У детей, которые родились в результате родов с патологическим течением и были включены во II





Рис. 1. Краткая клиническая характеристика локального инфекционно-воспалительного заболевания в зависимости от характера преморбидного фона у грудных детей в возрасте 6–12 месяцев

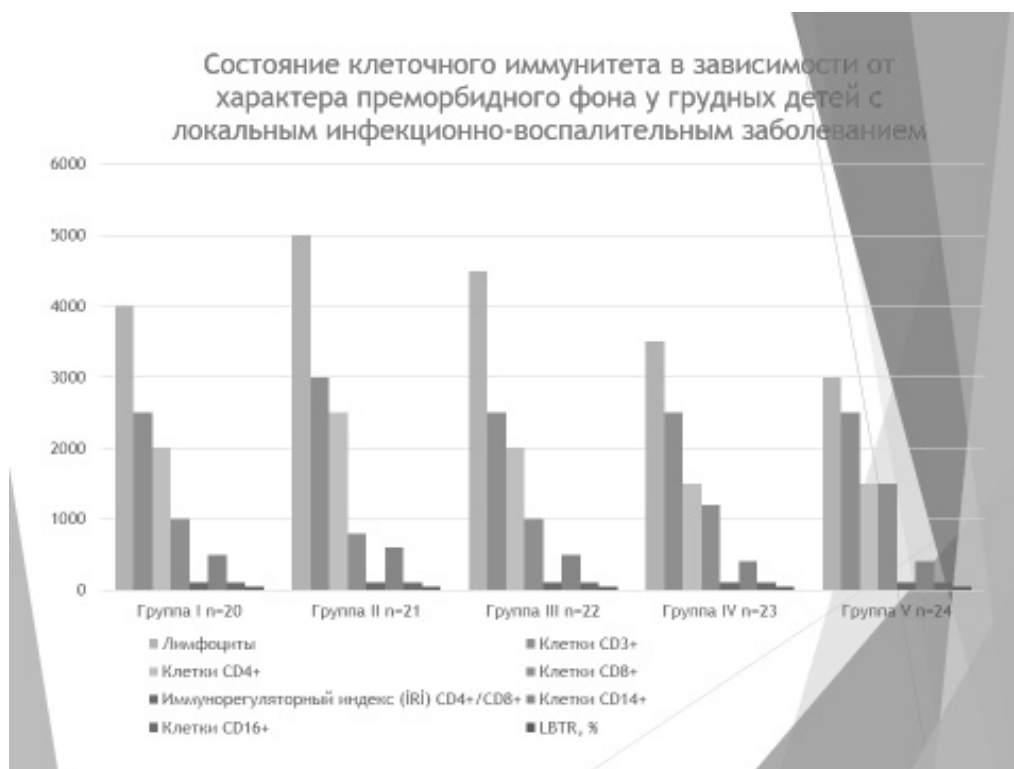


Рис. 2. Состояние клеточного иммунитета в зависимости от характера преморбидного фона у грудных детей.

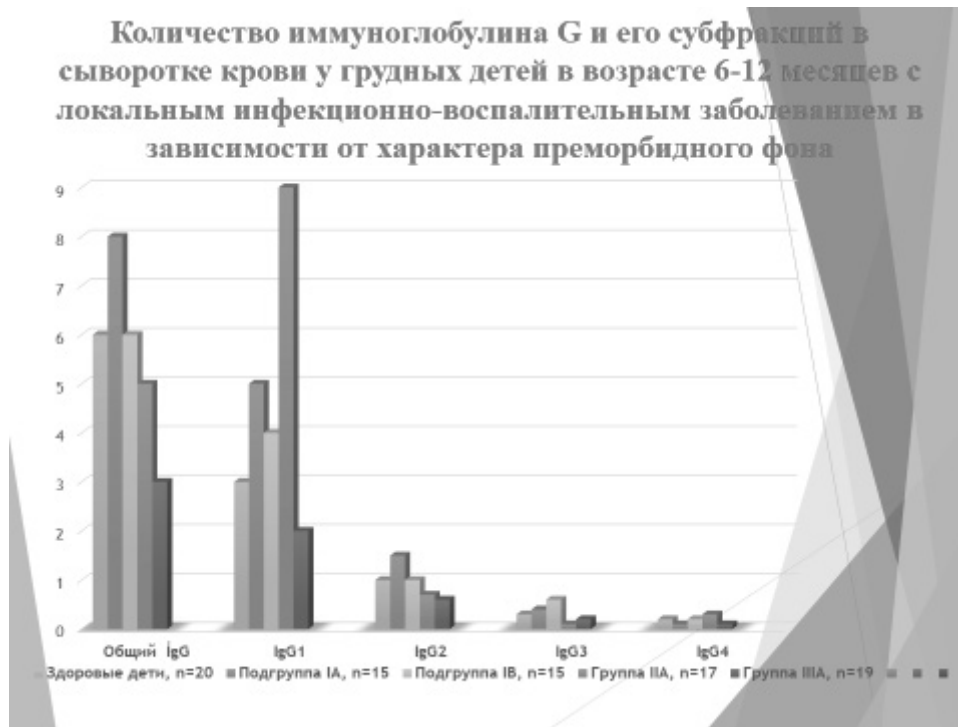


Рис. 3. Состояние клеточного иммунитета в зависимости от характера преморбидного фона у грудных детей с локальным инфекционно-воспалительным заболеванием

группу, ЛИВЗ легкой и средней степени тяжести составили 55,4% и 27,8% соответственно. Среди детей, включенных в V группу (у которых была выявлена тимомегалия), доля больных с лёгким течением ЛИВЗ составила всего 4% от общего числа, а 84% были с тяжелым течением ЛИВЗ. У детей грудного возраста, страдающих ЛИВЗ, в зависимости от преморбидного фона в показателях клеточного и гуморального иммунитета были выявлены острые изменения. Наши исследования свидетельствуют, что у 31,3% детей с ЛИВЗ, родившихся в результате нормальной физиологической беременности, выявляется умеренная активация в клеточном и гуморальном иммунитете. Однако, у детей, включенных во 2-ю группу (родившихся от беременности с патологическим течением) в 22,2% случаев обнаружилось ослабление показателей клеточной иммунной системы. Изменения, аналогичные указанным, мы наблюдали также и в других группах. Например, у детей грудного возраста, у которых ЛИВЗ наблюдался на фоне тимомегалии и дисбактериоза, особенно остро проявлялось состояние иммунодефицита.

На следующем этапе исследований у детей грудного возраста, страдающих ЛИВЗ, изучали состояние иммунной системы в зависимости от вида кормления. У детей с естественным грудным вскармливанием (группа 1А) микроб-антигенные воздействия в 80–87% случаев

становятся причиной активизации клеточно-гуморального иммунитета и неспецифических факторов защиты организма. В то же время у детей с ЛИВЗ, которые находились на искусственном вскармливании (группа 1В), показатели клеточно-гуморального иммунитета были понижены на 20–46%, а иммунные реакции нейтрофильного генеза соответственно ослабевали на 26,7–46,7%.

У детей грудного возраста, включенных в группу 2А, ЛИВЗ развивался на фоне анемии и рахита. У них отмечалось резкое ослабление функций иммунной системы, существенно сократилось количество Т-лимфоцитов (CD4+ и CD14+ клетки), а также наблюдались ослабление иммунитета нейтрофильного генеза и умеренная нейтропения.

Дети грудного возраста, включенные нами в III группу, в качестве преморбидного фона имели анемию, гипотрофию и рахит. Функции иммунной системы у них были резко ослабленными. У детей из этой группы в результате уменьшения количества CD-4+ клеток (то есть Т-хелперов) нарушается синтез иммуноглобулинов клетками CD-19+ (В-лимфоцитами). По этой причине в сыворотке крови пациентов из указанной группы IgA, IgM и IgG понижаются и обнаруживаются ниже нормы (рис.3). Нейтропения встречалась у них в 63% случаев, изменения IgG в 42% случаев.

В данном случае, для изучения взаимосвязи между состоянием иммунного гомеостаза и степенью тяжести процесса сепсиса у больного ребенка, определяли состояние клеточного и гуморального иммунитета в крови у 15 детей со средней формой сепсиса и 20 детей с тяжелой формой сепсиса. Анализ указанных иммунологических параметров и некоторых показателей неспецифического иммунитета показал, что вне зависимости от степени тяжести септического процесса у этих детей во всех показателях иммунной системы, по сравнению со здоровыми детьми, наблюдаются достоверные изменения. Эти изменения выражаются в увеличении количества CD+8 T-супрессоров и понижении других иммунологических показателей — лимфоцитов, CD3+ (Т-лимфоцитов), CD4+ (Т-хелперов), CD14 и CD16 клеток (рис. 2), а также индекса иммунорегуляции и БТРЛ (бластотрансформационной реакции лимфоцитов).

При индивидуальном анализе иммунологических параметров каждого пациента выявили, что параметры клеточного иммунитета при средней тяжести течения сепсиса были ниже минимального показателя нормы в 34–67% случаев, при тяжелом его течении — в 45–85% случаев. У детей грудного возраста с ЛИВЗ, изучали показатели гуморального иммунитета в зависимости от отягчающего преморбидного фона. В данном случае выявили изменения в количестве иммуноглобулинов. Так, например, количество IgG по сравнению с нормой уменьшилось в 1,5 раза. Видимо причиной этого является воздействие бактериальных факторов на процесс дифференциации клеток CD4+ (хелпер) и CD+8 (супрессор).

Краткая клиническая характеристика локального инфекционно-воспалительного заболевания в зависимости от характера преморбидного фона у грудных детей в возрасте 6–12 месяцев

В формировании иммунологических реакций в организме активно участвуют субфракции IgG — IgG1, IgG2, IgG3, IgG4 (рис. 3). Субфракции IgG1 и IgG3 ускоряют опсонизацию бактерий, повышают фагоцитарную активность макрофагов и нейтрофилов. А субфракции

IgG2 и IgG4 состоят из полисахаридных антител бактерий. Как видим на слайде, у грудных детей с ЛИВЗ в возрасте 6–12 месяцев, уровни субфракций IgG3 и IgG4 понизились.

## ВЫВОДЫ

1. У детей грудного возраста на характер протекания локального ЛИВЗ и сепсиса негативно влияют социально-биологические факторы (вид кормления, осложнения беременности, гипоксическое повреждение ЦНС, тимомегалия, дисбактериоз, гипотрофия, рахит, анемия, подключение острой респираторной вирусной инфекции). Степень тяжести ЛИВЗ зависит от наличия или отсутствия указанных выше преморбидных состояний. У детей, родившихся от беременности с физиологическим течением и естественным кормлением, ЛИВЗ в 93,7% случаев оказывается с легким течением. У детей, которые родились в результате родов с патологическим течением и были на искусственном вскармливании, в 55,4% ЛИВЗ протекала тяжело. Дети, имевшие преморбидный фон и сопутствующую тимомегалию либо дисбактериоз, в 84,0% и 82,2% случаев, соответственно, обнаруживали тяжёлое течение ЛИВЗ.
2. Изменение у детей грудного возраста таких параметров иммунной системы, как количество продуктов перекисного окисления липидов и молекул с малой массой (МММ), играют важную роль в механизме патогенеза развития ЛИВЗ и сепсиса. Имеется определенная взаимосвязь между изменением указанных показателей и особенностями клинического течения заболевания. В этой взаимосвязи большое значение имеет характер преморбидного фона.
3. У детей грудного возраста для уточнения диагностики сепсиса, прогнозирования трансформации ЛИВЗ в сепсис и для определения вероятных результатов заболевания (выздоровление, осложнение и летальный исход) иммунные параметры (CD4+, CD16+, LBRT, IgG2, IgG4) могут считаться достоверными критериями в установлении динамики патологического процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ганковская О.А. «Исследование ассоциации полиморфных маркеров генов TLR2 и TLR9 с преждевременными родами и внутриутробным инфицированием» // Медицинская иммунология, 2010, № 1–2, с. 87–94.
2. Ганковская Л.В., Намазова-Баранова Л.С., Порядин Г.В., и др. Изменение показателей врожденного иммунитета при тяжелой бронхиальной астме у детей // Медицинская иммунология, 2019. Т. 21, № 1, с. 99–106.
3. Глинцбург А.Л., и др. «Экзогенные и эндогенные факторы в патогенезе атеросклероза. Рецепторная теория атеросклероза». // Российский кардиологический журнал 2010, № 2, с. 92–96.
4. Глушенко В.А. Структура заболеваемости внутрибольничными инфекциями в многопрофильном стационаре // Глав врач, 2017, № 5–6, с. 40–43.

5. Макаров О.В., Ковальчук Л.В., Ганковская Л.В и др. Невынашивание беременности, инфекция, врожденный иммунитет. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007, 196 с.
6. Малкова Е.М., Помогаева А.П., Кравец Е.Б. и др. Внутриутробные инфекции у новорожденных: использование генодиагностики, клинические особенности и подходы к лечению // Педиатрия.-2003. -№ 1. -С.36–40.
7. Манина И.В., Сергеев В.Ю., Голубцова Н.В., Сергеев А.Ю. Модификация реакции бласттрансформацию лимфоцитов для применения в аллергологической практике//Российский биотерапевтический журнал. 2018, Т. 17, № 2, с. 88–92.
8. Ризванова Ф.Ф., Пикуза О.И., Файзуллина Р.А. Генетическая диагностика: полиморфизм генов цитокинов // Прак. медицина, 2010, т. 45, № 6, с. 41–43.
9. Свистушкин В.М. Бактериальные инфекции лор-органов: деликатная терапия // Медицинский совет. 2017, № 8, с. 58–63.
10. Annunziato F, Romagnani S. The transient nature of the Th17 phenotype //Eur. J. Immunol., 2010, vol. 40 № 12, p.3312–3316.
11. Brown, G.D.; Willment, J.A.; Whitehead, L. C-type lectins in immunity and homeostasis. Nat. Rev. Immunol.2018, 18, 374–389.
12. Cayrol, C.; Girard, J.-P. Interleukin-33 (IL-33): A nuclear cytokine from the IL-1 family//Immunol. Rev. 2018,281, pp.154–168.
13. Melern E., Pershagen Pathophysiology of asthma: lessons from genetic research with particular focus on severe asthma// J. of Internal Medic. 2012, vol. 272, № 2, p. 108–120.
14. Redegeld, F.A.; Yu, Y.; Kumari, S.; Charles, N.; Blank, U. Non-IgE mediated mast cell activation//Immunol. Rev.2018, 282, 87–11
15. Wojcik-Pszczola K., et al. Connective tissue growth factor regulates transition of primary bronchial fibroblasts to myofibroblasts in asthmatic subjects//Cytokine, 2018, Vol. 102, pp. 187–190.

© Мәрепранова Сара Гусейнага гызы ( huseynaga.gurbanov@gmail.com ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Баку

## ЗООБЕНТОС МАЛЫХ ВОДОТОКОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КРАСНОЯРСКИЕ СТОЛБЫ»

### ZOOBENTHOS OF SMALL WATERCOURSES OF THE NATIONAL PARK «KRASNOYARSKIE STOLBY»

**D. Nikonorova**  
**L. Lukashina**  
**O. Potyutko**

*Summary.* The article presents data on the modern qualitative composition of zoobenthos of watercourses of the national park «Krasnoyarskie Stolby»- the Mana and Bazaikha rivers. In the studied watercourses, 153 species of benthic invertebrates were found. Nine new species were registered, which had not been previously found in the investigated water area. Some features of the chorological distribution of zoobenthos species are considered.

*Keywords:* zoobenthos, species diversity, national park «Krasnoyarskie Stolby», Bazaikha river, Mana river.

**Никонорова Дарья Владимировна**

Аспирант, Российский государственный  
социальный университет;

М.н.с., Институт глобального климата и экологии,  
(Москва)

d.nikonorova@list.ru

**Лукашина Людмила Сергеевна**

Аспирант, Российский государственный  
социальный университет, (Москва)

**Потютко Олег Михайлович**

К.б.н, в.н.с., Институт глобального климата  
и экологии, (Москва)

*Аннотация.* В статье приведены данные о современном качественном составе зообентоса водотоков национального парка «Красноярские столбы» — рек Мана и Базаиха. В исследованных водотоках встречено 153 вида донных беспозвоночных. Зарегистрировано 9 новых видов, ранее не встреченных в исследованной акватории. Рассмотрены некоторые особенности хорологического распределения видов зообентоса.

*Ключевые слова:* зообентос, видовое богатство, Красноярские столбы, р. Базаиха, р. Мана.

### Введение

**В** гидробиологических исследованиях традиционно внимание уделяется глубоководным участкам крупных водоёмов и водотоков, используемых в рыбохозяйственных целях, а также в качестве источников питьевой воды и иных хозяйственных нужд человека. В то же время остаются без должного внимания малые водотоки, составляющие до 95% общего числа постоянных водотоков в умеренной и арктической зонах [19]. Уникальность биотопов родниковых экосистем умеренной зоны заключается в относительном постоянстве температурного режима и интенсивного насыщения воды кислородом. Из-за небольшого объема водных масс и низкого развития автохтонных продуцентов, основная трансформация вещества и энергии в родниковых водотоках, тип питания которых формируют талые воды, проходит исключительно за счет донных сообществ. В связи с непосредственной близостью к населенным пунктам малые водотоки подвержены наибольшему антропогенному влиянию и нуждаются

во всестороннем исследовании, т.к. формируют основу питания крупных рек и озер.

Исследования фауны родников и малых водотоков как специфических мест обитания в нашей стране началось в конце XX — начале XXI века, но эти исследования носили частный характер [9], [10], [13], [17]. Исследованиям зообентоса р. Енисей посвящено значительное количество работ [1], [2], [3], [5], [6], [15], [20], однако гидробиологические исследования на его притоках осуществлялись спорадически. Так, тезисно изложены структурные характеристики зообентоса устьевого участка реки Базаиха в работах Чмуж О.А. [16] и Шмидт А.А. [18]. Информация о видовом составе целого ряда систематических групп этих водотоков фрагментарна. Байкова О.А. [4], Запекина-Дулькейт Ю.И. [8] и Г.Д. Дулькейт [7], Лощев С.М. [11] провели ревизию энтомофауны заповедника по личиночным и имагинальным стадиям. Однако, с момента этих исследований, произошли значительные изменения в систематическом положении многих встреченных видов.

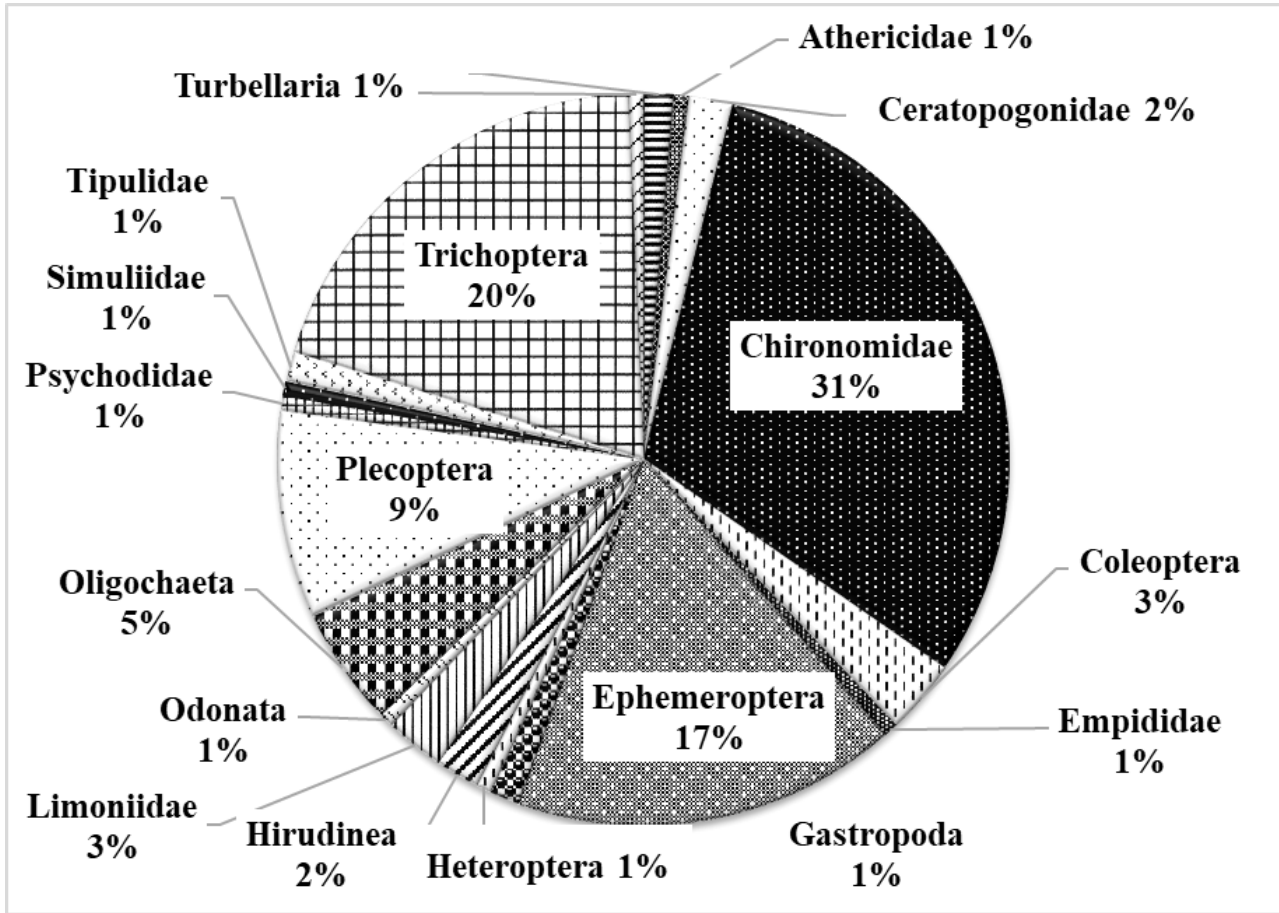


Рис. 1. Соотношение таксономических групп зообентоса в реках Мана и Базаиха (%) в 2018–2020 гг.

В связи с этим целью нашей работы является — уточнение современного видового состава, а также эколого-фаунистическая характеристика зообентоса малых водотоков, омывающих территорию национального парка “Красноярские столбы”.

#### Материалы и методы исследования

Материалом послужили собственные исследования и данные гидробиологического мониторинга сети Росгидромета. Пробы отбирали в прибрежной мелководной зоне рек Мана и Базаиха в трех пунктах: 1) р.Мана: N55.94172, E92.47525; 2) р. Базаиха, устье: N55.97245°E92.78889; 3) р. Базаиха, фоновый створ: N55.92933°E92.85317.

Полевые исследования и камеральную обработку проб зообентоса осуществляли по общепринятой методике [14]. Пробы отбирали на глубинах 0,2–0,5 м с использованием скребка и металлической рамки площадью 0,063 м<sup>2</sup>. Камеральная обработка включала: определение качественного состава зообентоса и его численности.

Пробы отбирались с периодичностью раз в месяц с апреля по октябрь в 2018–2020 гг. Всего авторами проанализировано 63 пробы зообентоса: р. Базаиха — 42 и р. Мана — 21.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В исследуемых водных объектах встречено 153 вида, относящиеся к 4 типам, 6 классам и 57 семействам. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало: Chironomidae — 47 видов, Trichoptera — 30 и Ephemeroptera — 26 видов. Plecoptera представлены — 14 видами, Oligochaeta — 8 видами. Наименьшее разнообразие у Coleoptera — 5 видов; Limoniidae — 4 вида; Hirudinea, Ceratopogonidae — по 3 вида каждая; Mollusca, Amphipoda, Tipulidae — по 2 вида; Athericidae, Empididae, Hemiptera, Odonata, Psychodidae, Simuliidae, Turbellaria представлены единично (рисунок 1).

Наибольшее количество видов встречено в реке Базаиха — 126 видов. Меньшим богатством фауны представлена река Мана — 100 видов. Общей отличительной особенностью

стью исследованных водотоков является высокое видовое разнообразие личинок насекомых, варьирующих от 88% общего видового состава р. Мана до 91% в р. Базаиха.

Нами зарегистрировано 9 новых для акватории видов, которые не были встречены предыдущими исследователями:

### Coleoptera

*Elmis (Helmis) aenea* (Müller, P.W.J., 1806)

Кирейчук, 2001, с. 336, таб. 175, р. 7. Редкий вид, встречающийся ежегодно на всем протяжении русла р. Базаиха.

### Ephemeroptera

*Ecdyonurus (Afronurus) abracadabrus* (Kluge, 1980)

Клюге, 1997, с. 202, таб. 15, р. 17–18. Немногочисленный вид для реки Мана. Единично встречается в реке Базаиха вблизи национального парка.

*Leptophlebia (Neoleptophlebia) chocolata* (Imanishi, 1937)

Клюге, 1997, с. 208, таб. 17, р. 14. Редкий вид, в небольшом количестве личинки отобраны в нижнем течении реки Мана, а также на всем исследованном участке р. Базаиха.

*Rhithrogena (Cinygmula) grandifolia* (Tshernova, 1952)

Клюге, 1997, с. 204, таб. 16, р. 7–8, 16. Немногочисленный вид, характерный для рек Мана и Базаиха.

### Trichoptera

*Anabolia servata* (McLachlan, 1880)

Иванов и др. 2001, с. 44. Очень редкий вид, обнаружена лишь одна личинка в устье р. Базаиха.

*Ithytrichia lamellaris* (Eaton, 1873)

Лепнева, 1964, Ч. 1, с. 360–365, таб. 8, р. 477–491; Калочова, 1977, с. 484, р. 1096: 4; Иванов и др. 2001, с. 66, таб. 30, р. 1–2. Очень редкий вид, единично встречается в р. Мана и р. Базаиха.

*Mystacides bifidus* (Martynov, 1924)

Иванов и др. 2001, с. 64, таб. 26, р. 6–7. Немногочисленный вид. Встречается в районе устья р. Мана. Обнаружен на всем протяжении русла р. Базаиха.

*Oecetis testacea* (Curtis, 1834)

Иванов и др. 2001, с. 60, таб. 25, р. 19–20. Редкий вид, единично встречающийся в р. Мана, обнаружен на всем протяжении русла р. Базаиха.

*Rhyacophila (Hyporhyacophila) lata* Martynov, 1918  
Лепнева, 1964, Ч. 1, с. 266–271, р. 288–296; Иванов и др. 2001, с. 72, таб. 2, р. 5–6, таб. 34, р. 4–5. Очень редкий вид, единично встречающийся на всем протяжении русла р. Базаиха.

По Одуму [12] вид считается обязательным для данной территории, если он содержится от 50 до 100% проб, второстепенным — 25–50% и случайным — менее 25% выборок. В таком случае в нашем материале к доминирующим можно отнести лишь 8 видов с частотами встречаемости более 50%: *Ceratopsyche nevae* (Kolenati, 1858) — 73%, *Microtendipes pedellus* (De Geer, 1776) — 71%, *Ephemerella lenoki* Tshernova, 1952 и *Pagastia orientalis* (Tshernovskiy 1949) — по 65%, *Thienemannimyia* sp. — 60%, *Orthocladius (Euorthocladius) thienemanni* Kieffer, 1906–57%, *Cricotopus bicinctus* (Meigen, 1818) — 54%, *Ephemera sachalinensis* Matsumura, 1911–52%. К второстепенным, обнаруживаемым в каждой третьей либо четвертой пробе относятся 14 видов. Оставшиеся 131 вид отнесен к категории случайных.

В зоогеографическом отношении преобладающее число встреченных видов зообентоса представлено Палеарктическим комплексом видов — 101 (66%), которому сопутствуют голаркты — 46 (30%) и космополиты — 6 (4%). Палеарктический комплекс представлен 3 подобластями — Западно-Евросибирской, Восточно-Евросибирской, Средне-Европейской. Наибольшее число видов принадлежало широко распространенным в Палеарктике видам (58) — 38% и представителям Восточно-Евросибирской области — 28 видов (18%). Незначительным числом видов представлена Средне-Европейская фауна — 9 видов (6%). Узкой специализацией характеризуются Западно-Евросибирские виды — 5 (3%), зафиксированные единично в реке Базаиха и Байкальские субэндемики, представленные 1 видом (1%) — *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899).

На основании анализа экологических групп 83% фауны исследованных рек представлены амфибиотическими насекомыми, в связи с этим вполне закономерно, что среди экологических групп бентоса в целом по району исследования доминировали представители эпифауны — 118 видов (77%). К представителям инфауны относилось лишь 19 видов (13%). Перифитонные формы представлены 15 видами (10%), а неритические бокоплавы — 1 видом (1%).

В связи с низкими температурами воды даже в летний период, а также низкой трофностью талых вод, составляющих в исследованных водотоках до 80% водного баланса, развитие планктонных сообществ крайне низко. Основу трофической сети формируют автотро-

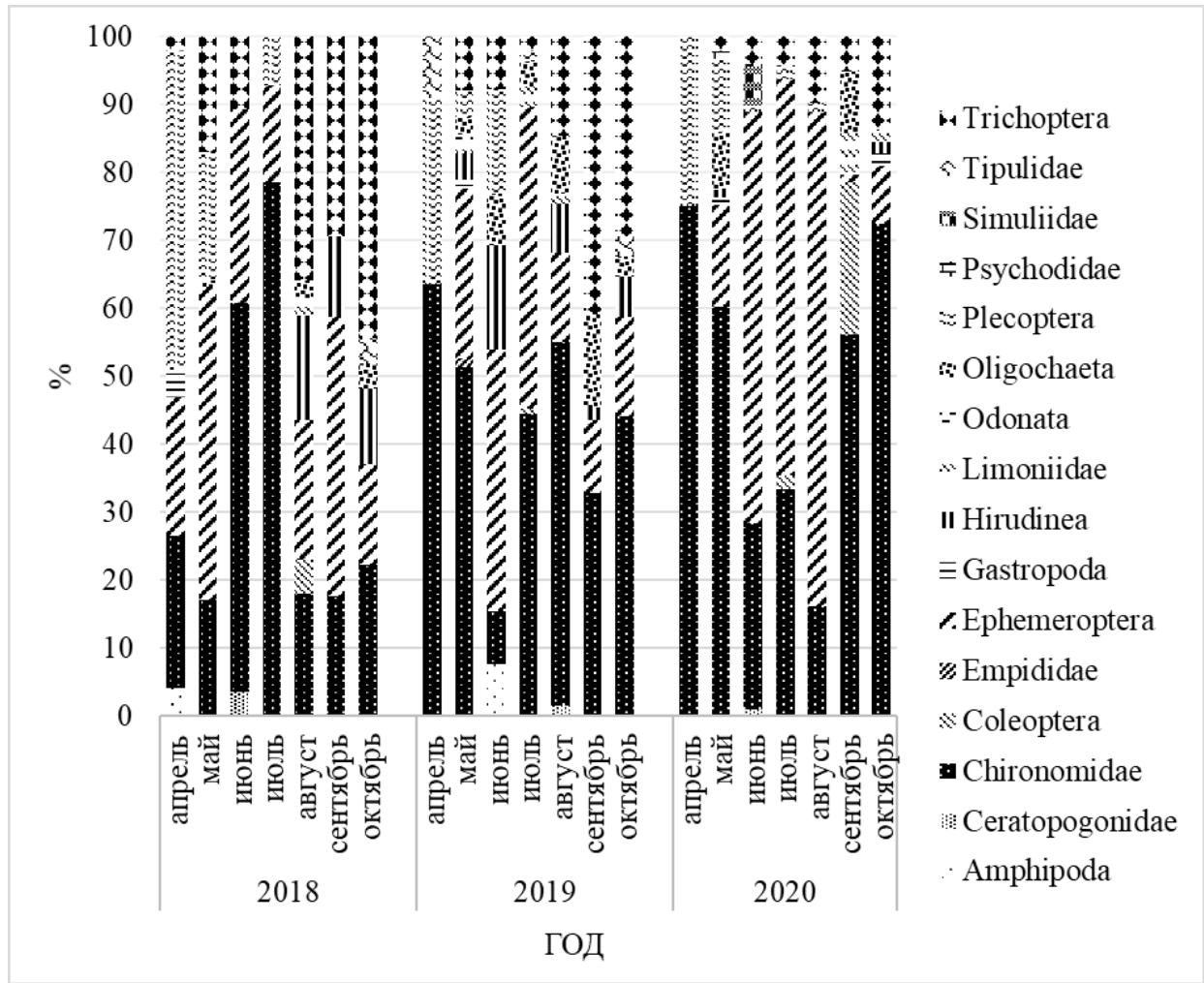


Рис. 2. Соотношение таксономических групп зообентоса в р. Мана по доле в численности, %

фы перифитона и листовой опад. В связи с этим вполне закономерно, что в исследованной нами акватории ведущее звено в трофической структуре зообентоса занимает группа всеядных видов — 39% от встреченной фауны и детритофаги — 23%. Соскребатели представлены 16% видами. Наименьшее количество видов зафиксировано среди сестонофагов — 10%, собирателей — 7% и грунтоедов-глотателей — 5%.

Качественный состав в пробах варьировал от 5 видов в р. Мана (апрель, 2019 г.) до 35 в р. Базаиха (август, 2018 г.). Вариабельность численности при этом составила от 0,08 тыс. экз./м<sup>2</sup> в апреле 2019 г. до 5,11 тыс. экз./м<sup>2</sup> в сентябре 2020 г. Средняя численность зообентоса в целом в районе исследований оценивалась в 0,93 ± 0,15 тыс. экз./м<sup>2</sup>.

В р. Мана средняя численность зообентоса составила в период с 2018 по 2020 гг. 0.42 ± 0.07 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Максимальные значения численности зафиксирова-

ны в июле 2019 г. (1.08 тыс. экз./м<sup>2</sup>). По доле в численности доминировали комары-звонцы *Microtendipes pedellus* (De Geer, 1776), *Orthocladius (Euorthocladius) thienemanni* Kieffer, 1906, *Thienemannimyia* sp., поденка *Ephemera sachalinensis* Matsumura, 1911, веснянка *Potamanthus luteus* (Linnaeus, 1767) и ручейник *Sericostoma personatum* (Kirby & Spence, 1826). Минимальные величины численности (0.08 тыс. экз./м<sup>2</sup>) отмечены в апреле 2019 г. Соотношение таксономических групп зообентоса по доле в численности в реке Мана представлено на рисунке 2.

В р. Базаиха средняя численность зообентоса с 2018 по 2020 гг. составляла 1.44 ± 0.26 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Наименьшие показатели численности донного сообщества зарегистрированы в июне 2019 г. (0.33 тыс. экз./м<sup>2</sup>), наибольшие (5.11 тыс. экз./м<sup>2</sup>) — в сентябре 2019 г. По доле в численности в течение всего периода наблюдений преобладали личинки комаров — звонцов *Microtendipes pedellus* (De Geer, 1776),



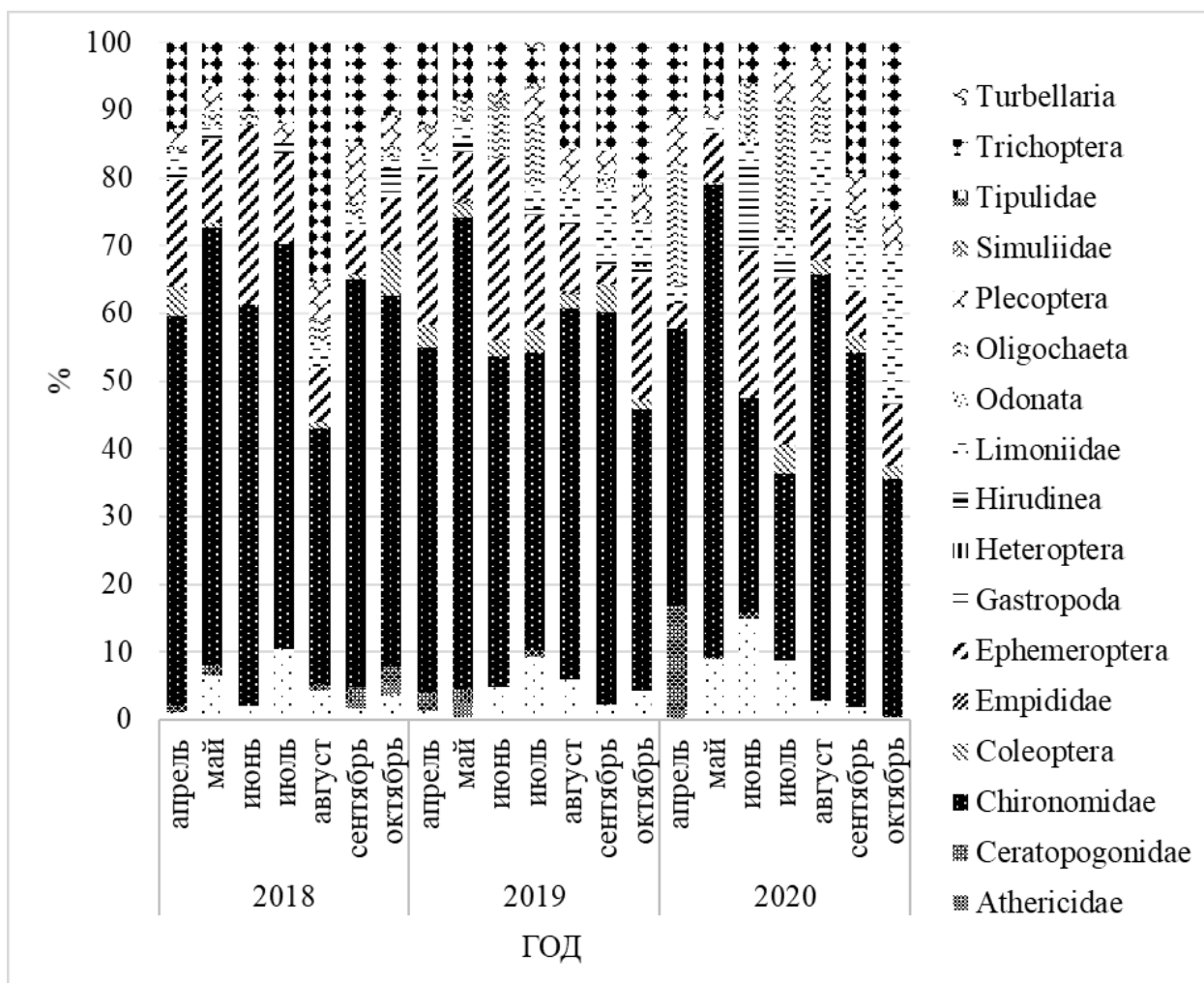


Рис. 3. Соотношение таксономических групп зообентоса в р. Базаиха по доле в численности, %.

*Pagastia orientalis* (Tshernovskyi, 1949)? *Orthocladius* (*Euorthocladius*) *thienemanni* Kieffer, 1906 и ручейник *Ceratopsyche nevae* (Kolenati, 1858). Соотношение таксономических групп зообентоса по доле в численности в реке Базаиха представлено на рисунке 3.

### Заключение

В исследованных малых водотоках, омывающих территорию национального парка «Красноярские столбы» встречено 153 вида донных беспозвоночных, относящихся к 4 типам, 6 классам и 57 семействам. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало хирономидам, поденкам и ручейникам. Авторами встречено 9 новых для акватории видов беспозвоночных, ранее не описанных предыдущими исследователями.

Фауна зообентоса исследованных водотоков сформирована Палеарктическими и Голарктическими видами, доля космополитов не превышает 4%.

В связи с преобладанием в подстилающих породах каменисто-гравийных грунтов, сложно проницаемых для бентосных беспозвоночных, а также незначительным содержанием иловых и детритных отложений основу фауны формируют амфибиотические формы и представители эпифауны. Доля вагильных беспозвоночных составляла лишь 13% от встреченной фауны.

В трофологической структуре преобладали всеядные виды — 39% и детритофаги — 23%.

Наименьшие показатели численности беспозвоночных в течение всего периода исследования зарегистрированы весной, а максимальные — осенью средние значения составили соответственно —  $0.86 \pm 0.17$  тыс. экз./м<sup>2</sup> и  $1.49 \pm 0.45$  тыс. экз./м<sup>2</sup>. Максимальные среднегодовые показатели численности зообентоса зафиксированы в р. Базаиха (5.11 тыс. экз./м<sup>2</sup>), минимальные — в р. Мана (0.08 тыс. экз./м<sup>2</sup>).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианова А.В. Динамика развития Енисейского зообентоса в нижнем бьефе Красноярской ГЭС // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 1 (21). С. 74–88.
2. Андрианова А.В., 2018. Структурная организация донной фауны в бассейне Енисея (верхнее и среднее течение) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 7. С. 140–145.
3. Андрианова А.В., Дербинова А.В., Гадинов А.Н., Криволицкий Д.А., Мельников И.И. Кормовая база и потенциал рыбопродуктивности бассейна Енисея (верхнее и среднее течение) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 45. С. 142–163.
4. Байкова О.Я., Запекина-Дулькейт Ю.И. Видовой состав поденок (Ephemeroptera) водоемов заповедника «Столбы» и смежных территорий // Вопросы зоологии. Труды государственного заповедника «Столбы». 1977. Вып. 11. С. 77–80.
5. Гадинов А.Н. Экологическое состояние фаунистического комплекса водотока р. Енисей под влиянием зарегулирования: диссертация кандидата биологических наук: 03.00.16, 03.00.18 / Гадинов А.Н. — Красноярск, 2009. 184 с.
6. Грезе В.Н. Кормовые ресурсы рыб реки Енисей и их использование // Известия ВНИОРХ. Т. 51. М.: «Пищепромиздат». 1957. 236 с.
7. Запекина-Дулькейт Ю.И., Дулькейт Г.Д. Гидробиологическая и ихтиологическая характеристика водоемов государственного заповедника «Столбы» // Труды государственного заповедника «Столбы». 1961. Вып. 3. С. 7–110.
8. Запекина-Дулькейт Ю.И. Бентос рек Маны и Базаихи, его значение в питании рыб и влияние на него лесосплава: автореферат дис. канд. биол. наук. Томск: Томский гос. университет им. В.В. Куйбышева. 1966. 19 с.
9. Леванидов В.Я. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Труды биолого-почвенного института ДВНЦ АН СССР. 1976. Т. 36. С. 104–122.
10. Леванидов В.Я., Вшивкова Т.С., Кочарина С.Л. Биомасса и структура донных биоценозов лесных ручьев в верховьях бассейна Усури // Тр. БПИ ДВНЦ АН СССР Систематика и экология рыб континентальных водоемов Дальнего Востока. 1979. С. 27–35.
11. Лощев С.М. Энтомофауна заповедника «Столбы» // Труды государственного заповедника «Столбы». Вып. 21. 2015. 216 с.
12. Одум Ю. Экология / под ред. академика В.Е. Соколова. — перев. с англ. Б.Я. Виленкина. — М.: Мир, 1986. — Т. 2. — 376 с.
13. Паньков Н.Н., Крашенинников А.Б. Зообентос родников Урала и Предуралья (Пермское Прикамье) // Вестн. Перм. ун-та. Пермь, 2012. Вып. 1. Биология. С. 18–24.
14. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб.: «Гидрометеиздат». 1992. 318 с.
15. Семёнова Е.М. Современное состояние зообентоса среднего течения реки Енисей // Молодёжь и наука: сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К.Э. Циолковского. 2012. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section31.html>. Дата обращения: 4.10.2021.
16. Чмуж О.А. Донные беспозвоночные рек Базаиха и Бирюса // Молодёжь и наука: сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярска. 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/section093.html>. Дата обращения: 1.10.2021.
17. Чужекова Т.А. Структурно-функциональные свойства сообществ макрозообентоса родниковых ручьев бассейна Средней Волги: диссертация кандидата биологических наук: 03.02.10 / Чужекова Т.А.; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова]. — Санкт-Петербург, 2015. — 241 с.
18. Шмидт А.А. Донные беспозвоночные реки Базаиха // Молодёжь и наука: сборник материалов X Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края. 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/17225>. Дата обращения: 25.09.2021.
19. Allan J., Castillo M. Stream Ecology: Structure and function of running waters.: Springer Science & Business Media, 2007. 444 с.
20. Gladyshev M.I. et al. Secondary production of highly unsaturated fatty acids by zoobenthos across rivers contrasting in temperature // River Research and Applications. 2016. V. 32. Issue 6. P. 1252–1263.

© Никонорова Дарья Владимировна (d.nikonorova@list.ru),

Лукашина Людмила Сергеевна, Потютко Олег Михайлович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## BIOINDICATION ASSESSMENT OF THE IMPACT OF RAILWAY TRANSPORT ON ENVIRONMENTAL QUALITY

A. Soskov  
A. Streltsov

*Summary.* An urgent problem of any modern industry is the formation of a large amount of waste: emissions into the air, waste water, solid industrial waste, and so on. This study is devoted to the use of bioindication assessment of the impact of railway transport on the quality of the environment. The material for assessing the ecological health of the terrestrial natural part of the Kaluga region was collected at 5 stationary points located in the area of the Tikhonova Pustyn railway station, Kaluga region, Russia. The assessment of the territory of the Kaluga region was carried out using the most technologically advanced, widespread, well-studied, methodically tested, convenient and proven species — silver birch. At 5 selected points, birch leaves were collected for the subsequent calculation of the coefficients of fluctuating asymmetry of birch leaves. It was revealed that the zones of the study area, even remote from industrial facilities, are subject to their destructive effects. It was found that the main factors that negatively affect the health of the environment in the study area are as follows: railways, road, anthropogenic factor.

*Keywords:* bioindication assessment, railways, highways, anthropogenic factors, environmental quality.

**Сосков Александр Викторович**

Аспирант, Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского  
alekandr-angel@mail.ru

**Стрельцов Алексей Борисович**

Профессор, Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского  
biomona@mail.ru

*Аннотация.* Актуальная проблема любой современной промышленности — образование большого количества отходов: выбросов в атмосферный воздух, сточных вод, твердых отходов производства и так далее. Данное исследование посвящено использованию биоиндикационной оценке влияния железнодорожного транспорта на качество окружающей среды. Материалом для оценки экологического здоровья наземной природной части территории Калужской области был собран в 5 стационарных точках, расположенных в районе железнодорожной станции Тихонова Пустынь Калужской области, Россия. Оценка территории Калужской области была проведена с использованием наиболее технологичного, распространенного, хорошо изученного, методически отработанного, удобного и зарекомендовавшего себя вида — березы повислой. В 5 выбранных точках были собраны листья березы для последующего вычисления коэффициентов флуктуирующей асимметрии листьев березы. Было выявлено, что зоны исследуемого района, даже отдаленные от промышленных объектов, подвергаются их губительному воздействию. Обнаружено, что основные факторы, негативно влияющие на здоровье среды в исследуемом районе, следующие: железнодорожные пути, автомобильная дорога, антропогенный фактор.

*Ключевые слова:* биоиндикационная оценка, железные дороги, автомобильные дороги, антропогенные факторы, качество окружающей среды.

## Введение

Любая производственная деятельность человека, в том числе использование железнодорожного транспорта, оказывает негативное влияние на качество окружающей среды [1, 2]. Согласно ФЗ РФ «Об охране окружающей среды», «качество окружающей среды — это состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями или их совокупностью» [3].

Актуальная проблема любой современной промышленности — образование большого количества отходов: выбросов в атмосферный воздух, сточных вод, твердых отходов производства и так далее.

Определение наличия в окружающей среде загрязнителя по состоянию определенных организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки, представляет собой биоиндикационную оценку или биоиндикацию [4, 5].

Таким образом, биоиндикация — это оценка состояния среды с помощью живых объектов. С их помощью живых объектов может производиться оценка как абиотических факторов (температура, влажность, кислотность, соленость, содержание поллютантов и т.д.) так и биотических (благополучие организмов, их популяций и сообществ) [6].

По состоянию на данный момент более распространены физико-химические методы для оценки качества

среды. Однако существуют 3 случая, когда биоиндикация незаменима:

1. Фактор не может быть измерен. Например, анализ пыльцы растений в Северной Америке за длительный период показал смену теплого влажного климата сухим прохладным и далее замену лесных сообществ на травяные. В другом случае остатки диатомовых водорослей (соотношение ацидофильных и базофильных видов) позволило утверждать, что в прошлом вода в озерах Швеции имела кислую реакцию по вполне естественным причинам.
2. Фактор трудно измерить. Некоторые пестициды быстро разлагаются, что не позволяет выявить их исходную концентрацию в почве. Например, инсектицид дельтаметрин активен лишь несколько часов после его распыления, в то время как его действие на фауну (жуков и пауков) прослеживается в течение нескольких недель.
3. Фактор легко измерить, но трудно интерпретировать. Данные о концепции в окружающей среде различных поллютантов (если их концентрация не запредельно высока) не содержат ответа на вопрос, насколько ситуация опасна для живой природы. Показатели предельно допустимой концепции (ПДК) различных веществ разработаны лишь для человека. Однако, очевидно, эти показатели не могут быть распространены на другие живые существа. Есть более чувствительные виды, и они могут оказаться ключевыми для поддержания экосистем [7, 8, 9].

На сегодняшний день актуальной задачей является изучение оказываемого негативного влияния с целью его коррекции и минимизации. Для этого целесообразнее всего использовать биоиндикацию.

### Целью исследования

Целью данного исследования является биоиндикационная оценка влияния железнодорожного транспорта на качество окружающей среды.

### Материалы и методы

Материалом для оценки экологического здоровья наземной природной части территории Калужской области был собран в 5 стационарных точках, расположенных в районе железнодорожной станции Тихонова Пустынь Калужской области, Россия. Оценка территории Калужской области была проведена с использованием наиболее технологичного, распространенного, хорошо изученного, методически отработанного, удобного и зарекомендовавшего себя вида — березы повислой [10]. В 5 выбранных точках были собраны листья

березы для последующего вычисления коэффициентов флуктуирующей асимметрии листьев березы.

Сбор и обработка первичного биологического материала проводились в строгом соответствии с утвержденной на федеральном уровне методикой [11]. Оценка отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой.

Математическая обработка первичных замеров производилась на персональных компьютерах с использованием стандартных пакетов программ, дополненных авторской компьютерной программой «AsCa». Результаты математической обработки — коэффициенты флуктуирующей асимметрии. Расчеты коэффициента асимметрии проводились по формуле, которая используется при оценке величины асимметрии по нескольким размерным признакам как интегральный показатель: среднее относительное различие между сторонами на признак:

$$X_a = \frac{\sum_{i=1}^k (d_{l-r})_i}{nk}, \text{ где,}$$

$$d_{l-r} = \frac{d_l - d_r}{d_l + d_r}, k — \text{число признаков.}$$

### Результаты

Коэффициенты флуктуирующей асимметрии листьев березы составили 0.0555, 0.0524, 0.0485, 0.0516, 0.0559 для точек № 1, № 2, № 3, № 4, № 5 соответственно. Для наглядного соотнесения коэффициентов флуктуирующей асимметрии приведена таблица 1. Баллы характеризуют значение стабильности развития листьев березы: I — стабильность условной нормы, II — незначительное отклонение от нормы, III — средний уровень отклонения от нормы, IV — значительное отклонение, V — критическое состояние.

Согласно таблице 1, флуктуирующая асимметрия на изученной территории при минимальном значении коэффициента находится на среднем уровне отклонения от нормы. Это свидетельствует об ухудшении качества окружающей среды в районе объекта, станции железной дороги.

Максимальный коэффициент наблюдается в точке № 5, которая находится ближе остальных к станции Тихонова пустынь. Данному показателю присваивается балл V (критическое состояние). Коэффициенты точек № 1 и № 2 ниже, однако, близок к точке № 5. В точке

Таблица 1. Шкала оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой

Балл	Величина показателя стабильности развития	Полученные коэффициенты
I	< 0,040 (условная норма)	-
II	0,040–0,044	-
III	0,045–0,049	0,0485 — точка № 3
IV	0,050–0,054	0,0524 — точка № 2, 0,0516 — точка № 4
V	> 0,054 (сильное, экстремальное отклонение)	0,0555 — точка № 1, 0,0559 — точка № 5

№ 1 также отмечается экстремное отклонение от нормы, однако точка № 2 имеет балл IV. Точка № 4 максимально отдалена от железнодорожных путей, однако приближена к автомобильной дороге. В данной точке наблюдается значительное отклонение от нормы, как и в точке № 2. Приближенность точки № 4 к автодороге делает коэффициент выше, чем в точке № 3, которая отдалена как от железной дороги, так и от автомобильной. Тем не менее, коэффициент в точке № 3 указывает на среднюю степень отклонения. То есть воздействие исследуемого промышленного объекта обширно и затрагивает те насаждения, которые находятся в относительно благоприятных зонах изучаемого района.

Показатели флуктуирующей асимметрии продемонстрировали ухудшение качества окружающей среды в точках, наиболее приближенных к железнодорожным путям и станции. Железнодорожное полотно влияет на окружающую среду посредством механических, химических и физических факторов: понижение качеств почвы, испускание различного рода излучения, разрушение ландшафта, ухудшение качества среды обитания живых организмов в целом. Поэтому коэффициент точек № 1 и № 2 довольно высок, демонстрирует значительное и критическое состояние развития листы. Вытекает предположение: чем выше скопление железнодорожных путей и транспорта, тем выше вред для окружающей среды. Предположение подтверждается повышением коэффициента флуктуирующей асимметрии в точке № 5, которая наиболее близка к станции. Важно учитывать, что на качество среды в точке № 5 также оказывает совокупность антропогенных факторов, так как вблизи точки № 5 располагается дачный поселок. Показатели флуктуирующей асимметрии точек № 1 и № 2 существенно отличаются. Асимметрия в точке № 2 ниже, чем на самой станции, ей присвоен балл IV, в то время как коэффициент асимметрии точ-

ки № 1 приближен к коэффициенту точки на станции и имеет балл V. Точки № 1 и № 2 имеют одинаковое окружение, единственным отличием является наличие другого дачного поселка с левой стороны от железнодорожных путей, т.е. около точки 1. Это еще раз подчеркивает негативное влияние не только промышленных объектов, но и деятельности человека.

Особого внимания заслуживает коэффициент асимметрии в точке № 4. Здесь наблюдается значительное отклонение развития листьев березы. Разница в коэффициентах точек № 3 и № 4 показывает, что при приближении к автомобильной дороге качество среды ухудшается. В ходе сравнения коэффициентов асимметрии в точках № 2 и № 4 выявлено, что качество среды около железнодорожного полотна и автомобильной дороги ухудшено почти в одинаковой степени. Обе зоны имеют оценку в VI балла по степени нарушения развития. Из этого следует, что железнодорожное полотно ухудшает качество среды равно, как и автодорога. Таким образом, такому «двойному» воздействию подвергаются насаждения в точке 5. Данный факт делает объяснимым повышенный коэффициент флуктуирующей асимметрии точки № 5, где наблюдается наибольшее скопление железнодорожных путей, что также может вызывать отклонения, усиливая негативное воздействие в разы. Антропогенный фактор становится завершающим в ряде воздействий на данную зону. Таким образом, критическое состояние развития листьев березы на территории точки № 5 обуславливается: близостью железнодорожного полотна, скоплением железнодорожных путей, близостью автомобильной дороги, близостью антропогенного воздействия.

Из этого вытекает предположение, что именно из-за всестороннего воздействия на насаждения в точке № 5 качество окружающей среды находится в критиче-

ском состоянии. Для понимания общей картины давайте сравним территорию вблизи станции с остальными точками по тем же самым факторам воздействия.

Таким образом, сразу в двух точках, № 1 и № 5, с экстремальным отклонением наблюдается фактор антропогенного воздействия. В то время как точкам № 2 и № 4, приближенным к промышленным объектам (железнодорожной и автомобильной дорогам), присвоен балл IV, т.е. они отклонены от нормы, но не достигают критического отклонения. Точки № 2 и № 4 находятся в относительно отдалении от антропогенного воздействия. Следовательно, деятельность человека и продукты его деятельности создают повышенный уровень асимметрии листьев в точках № 1 и № 5. Однако это не значит, что ухудшение качества среды вызвано только антропогенным воздействием. Широкий спектр негативных

факторов создает общий негативный фон воздействия на среду в данном районе, ухудшая ее качество.

#### Выводы

1. Из-за подверженности вредным воздействиям, здоровье среды в районе промышленных объектов ухудшено.
2. Зоны исследуемого района, даже отдаленные от промышленных объектов, подвергаются их губительному воздействию.
3. Основные факторы, негативно влияющие на здоровье среды в исследуемом районе, следующие: железнодорожные пути, автомобильная дорога, антропогенный фактор.
4. Населенные пункты, расположенные близко к дорогам, не обладают хорошим качеством среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мясников Ю.Н. Экология и энергетика будущего // Труды Крыловского государственного научного центра. 2021. № 2 (396). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya-i-energetika-buduschego> (дата обращения: 12.10.2021).
2. Кузнецов Е.В., Шакиров Р.Р. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха с помощью лишайников // The Scientific Heritage. 2021. № 68–3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioindikatsiya-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-s-pomoschyu-lishaynikov> (дата обращения: 12.10.2021).
3. Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» от 10.01.02. № 7-ФЗ
4. Боголюбов А.Г. Столетие биометрии в России [Текст]. — Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург. Биология и Экология. 2002 г.
5. Биоиндикация, Ван Штраален [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/22464.html>, свободный. — Загл. Сэкрана. — Яз. рус, англ
6. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). (Утверждены Распоряжением МПР РФ от 16.10.2003 № 460-р). — М., 2003. — 24 с.
7. Захаров В.М., Стрельцов А.Б., Логинов А.А. и др. Рекогносцировочная оценка здоровья среды в модельных точках как основа для организации биомониторинга на территории Калужской области. / МФ «Биотест». — М., 1996. — 70 с.
8. Чижик Ольга Владимировна Биоиндикация территорий с повышенной радиоэкологической нагрузкой // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. № 3–5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioindikatsiya-territoriy-s-povyshennoy-radioekologicheskoy-nagruzkoj> (дата обращения: 12.10.2021).
9. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки / Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. — М.: Центр экологической политики России, 2000. — 68 с.
10. Евсеева А.А., Абрахманова О.И. Мониторинг качества среды города Калуги методом биоиндикации при использовании *Quercus Robur L* // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2021. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-kachestva-sredy-goroda-kalugi-metodom-bioindikatsii-pri-ispolzovanii-quercus-robur-l> (дата обращения: 12.10.2021).
11. Гелашвили Д.Б. Структурно-информационные показатели флуктуирующей асимметрии билатерально симметричных организмов / Д.Б. Гелашвили, Е.В. Чупрунов, Д.И. Иудин // Журн. общ. биол. — 2004. — Т. 65, № 4. — С. 941–949.

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

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ДОСТАВКИ<sup>1</sup>

## DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR THE INFORMATION SYSTEM FOR CONSTRUCTING THE OPTIMAL DELIVERY ROUTE

**D. Brykin  
S. Pestova**

*Summary.* The article presents the results of the study of the speed and optimality of the algorithms for solving the traveling salesman problem for companies that need to optimize their own delivery service. Five algorithms were analyzed and three of them were compared. For the subsequent work, it was decided to use an exhaustive search algorithm for short routes and a combination of simulated annealing and genetic algorithms for longer routes. Algorithm tests have shown their strengths and weaknesses. The algorithms were evaluated for their speed and the resulting route length.

The genetic algorithm and the simulated annealing algorithm have shown good efficiency if the number of points in the route is large. For short routes, a brute-force algorithm is better suited. It was decided to use their combinations depending on the calculated route.

*Keywords:* logistics, routing, optimization, traveling salesman problem, metaheuristic algorithms.

**Брыкин Дмитрий Олегович**  
Омский государственный технический  
университет  
dezorb@gmail.com

**Пестова Светлана Юрьевна**  
К.п.н., Сибирский государственный автомобильно-  
дорожный университет, г. Омск  
pestova\_sv@mail.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты выполнения исследования скорости и оптимальности работы алгоритмов по решению задачи коммивояжера для фирм, которым необходимо оптимизировать собственную службу доставки. Проведен анализ 5 алгоритмов и были сравнены 3 из них. Для последующей работы решено использовать алгоритм полного перебора для коротких маршрутов и комбинацию алгоритмов имитации отжига и генетического для маршрутов большей протяженности. Тесты алгоритмов показали их сильные и слабые стороны. Алгоритмы были оценены по их скорости работы и получившейся длинны маршрута.

Генетический алгоритм и алгоритм имитации отжига показали хорошую эффективность, если количество точек в маршруте велико. Для коротких маршрутов лучше подходит алгоритм полного перебора. Было решено использовать их комбинации в зависимости от рассчитываемого маршрута.

*Ключевые слова:* логистика, маршрутизация, оптимизация, задача коммивояжера, метаэвристические алгоритмы.

## Введение

**В** последние годы, рынок доставки неуклонно растет. По оценке РБК, рост в 2019 году составил 22%, а за 2020 год оказался уже более 50% [4]. Однако, такой быстрый рост создает свои проблемы. На плечи логиста ложится все больше нагрузки, а компании не спешат расширять штат доставок.

Если взглянуть на организацию процесса доставки, то она являет собой многоступенчатый обширный процесс, состоящий из таких вещей, как: общая логистика маршрута, предотправная подготовка товаров к отгрузке, планирование и осуществление работ на складе, упаковку, распределение товаров, осуществление

процесса страхования перевозок, а так же, в некоторых случаях, осуществление таможенных услуг. Одной из основных компонент организации грузоперевозок, является выбор подходящих для ваших задач транспортных средств и построение их маршрута.

Конечным продуктом будет программное обеспечение для построения оптимального маршрута доставки с возможностью обмена данными о заказах с другими информационными системами. Можно выделить задачи, которые необходимо решить для достижения цели работы: исследование алгоритмов поиска оптимального маршрута и выбор оптимального для реализуемой задачи, доработка алгоритмов под предметную область; создание MVP (прототипа) программного ком-

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда Содействия инновациям в рамках договора № 15663ГУ/2020.

плекса для настольных и мобильных ОС; тестирование и отладка программного обеспечения.

В своей работе я постарался рассмотреть оптимизацию некоторых из этих аспектов, а именно построение оптимального маршрута для доставки и кластеризацию точек доставки для более эффективного использования транспортных средств и курьеров. Разработка будет рассмотрена в следующей статье.

Разработка рабочей версии алгоритма поиска оптимального маршрута

Рассматривая задачу, обозначенную в рамках исследования, можно выделить задачу коммивояжера, алгоритм решения которой должен быть оптимальным. В обычной постановке задачи коммивояжеру необходимо посетить  $N$  точек по замкнутому маршруту, посетив их все единожды, то есть, чтобы общая длина его пути была минимально возможной. Если рассматривать данную задачу по простому, то есть перебором всех возможных путей, которые объединяют точки, то придется просчитать все  $(N-1)!/2$  возможных маршруты — следовательно, простой метод перебора всех доступных путей абсолютно не подходит при большом  $N$  ( $N > 10$ ). Подходящим рабочим решением, то есть подразумевающим получение ответа за  $T$ , где  $T$  органично полиномом от размерности задачи. [10] Данную задачу решают логисты в службах доставки ежедневно.

Несмотря на большой возраст задачи, до сих пор нет алгоритмов, которые признанные оптимальными для данной задачи. Ниже приведено исследование по сравнению данных алгоритмов в рамках задачи по гранту.

Генетический алгоритм

Это алгоритмический процесс, основанный на биологических особенностях жизни организмов: популяция развивается в течении многих поколений, подталкиваемая законами естественного отбора по принципу «выживает сильнейший». В данном случае, приспособленность определяется минимизацией функцией расстояния всего маршрута.

Для нашей задачи, цепочка городов будет ассоциироваться с цепочкой генов. Каждый ген — набор точек маршрута, без повторений. На первом этапе надо задать начальные параметры алгоритма. Такие как, размер «популяции» (набор генов, т.е. набор различных вариантов решений), вероятность возникновения мутации и условия останова. В конце необходимо определить случайным образом первичное поколение.

Критерии останова, которые используются в генетическом алгоритме.

- ◆ нахождение глобального, либо локального минимума (менее предпочтительно);
- ◆ выходом на «плато», когда дельта функции приспособленности перестает меняться с каждым следующим поколением или меняется незначительно;
- ◆ окончание количества поколений, количество которых было задано при инициализации алгоритма;
- ◆ окончание времени, выделенного на эволюцию;

Данный процесс продолжается несколько жизненных циклов (поколений). Критерием остановки является дельта между новыми расстояниями. Задача алгоритма в том, чтобы найти точку экстремума функции. А мутации позволяют избегать локальных минимумов, за счет случайных рекомбинаций генов.

Данный алгоритм осуществляется следующим образом:

1. Методом случайного распределения создается первичный набор пробных решений (популяция):

$$P^1 = \{p_1^1 \dots p_n^1\}, p_i^1 \in X, \tag{1}$$

где  $X$  — первое поколение,  $n$ - размер популяции).

2. Оценка приспособленности текущего поколения:

$$F^k = \{f_1^k \dots f_n^k\}, f_i^k = W(p_i^k) \tag{2}$$

3. Завершение алгоритма, если выполняется критерий останова, иначе пункт 4.

4. Создание нового поколения популяции с помощью операторов селекции  $S$ , скрещивания  $C$  и мутаций  $M$ , которые описаны в формуле 3. После нее производится переход к пункту 2. [1]

$$p^{k+1} = M * C * S(p^k, f^k) \tag{3}$$

Селекция — это процесс отбора определенного количества особей от популяции, которой предстоит «выжить» на текущем этапе эволюции. Этот процесс необходим, ибо множество потомков и мутантов имеют пониженный уровень «выживаемости», и их необходимо отделить от основной популяции в процессе естественного отбора. По итогу селекции остаются лишь отобранные особи, которым предстоит участвовать в дальнейшем развитии популяции. Главный критерий отбора — значение функции приспособленности. Вся популяция фильтруется по данному критерию, после



чего берется только определенный начальный%. Создание нового поколения в популяции осуществляется с помощью кроссинговера и мутации. Кроссинговер — это процесс создания новой особи на основе родительской с учетом ограничений задачи, а именно через 1 точку нельзя проходить более 1 раза, и это необходимо предусматривать. Хромосомы разрезаются в случайной точке и обмениваются частями без повторений, с дальнейшим сдвигом и добавлением недостающих генов.

Большим преимуществом данного алгоритма является высокая вероятность покидания локальных точек экстремума, а также относительно быстрая скорость решения. Так, на тестовой виртуальной машине (4 ядра, i9-9880H, 6GB RAM), даже решение задачи с 10 точками укладывается в  $\pm 10$  секунд машинного времени, тогда полный перебор требует большее 440 секунд. На большем количестве точек разница будет еще более заметна. Недостатком же является большое количество начальных параметров, от правильной настройки которых очень зависит эффективность работы алгоритма.

### Алгоритм имитации отжига

Данный метод берет за основу реальное физическое явление. Во время остывания вещества, которое вызывает кристаллизацию за счет смены агрегатного состояния, происходит создание кристаллической решетки. Это явление можно наблюдать, к примеру, при отжиге металлов. Атомы металла стремятся занять оптимальное положение с минимальным уровнем энергии в его формирующейся кристаллической решетки, и меняют свое положение в соответствии с этой целью. Однако, при понижении температуры, вероятность смены места в кристаллической решетке понижается. Имитацию данного природного процесса можно использовать с целью нахождения минимума целевой функции.

#### Основные шаги алгоритма

1. Выбор первичного решения и начальной температуры
2. Оценка целевой функции первичного решения
3. Основной раздел алгоритма
  1. Случайное изменение текущего решения
  2. Оценка измененного решения
  3. Применение критерия допуска
4. Уменьшение температуры и, если температура больше минимального порога, то переход к основному шагу

Первичное решение обычно генерируется случайным образом. После вычисления целевой функции, происходит переход к новому решению. Для задачи коммивояжера обычно производится перестановка

местами двух соседних точек в маршруте. В результате, появляется два решения. Текущее и измененное. Если новое решение имеет лучшее значение целевой функции, оно принимается. Иначе, новое решение принимается с вероятностью  $P = \exp(-\delta E/T)$ , где:

- ◆  $P$  — вероятность принять новое решение,
- ◆  $\delta E$  — величина разности целевой функции нового и предыдущего решения,
- ◆  $T$  — текущая температура. [5]

С каждой итерацией, температура понижается. Это понижает вероятность принятия нового менее оптимального решения. Следовательно, понижается разброс значений целевой функции следующих итераций. Мною был использован метод постепенного понижения температуры с каждой итерацией, ведь главным условием является монотонное убывание температуры к нулю. Скорость убывания зависит от общего максимального количества итераций, которые были определены при запуске алгоритма.

### Алгоритм Прима

Данный алгоритм используется для построения минимального остовного дерева взвешенного связного неориентированного графа. Алгоритм был придуман еще в 1930 году и показывает высокую эффективность. Сложность алгоритма составляет  $O(V^2)$ . Данный алгоритм может использоваться для решения задачи коммивояжера, но только при допущении, что матрица расстояний будет симметричной. Его тестирование показало хорошие результаты, однако, в большинстве реальных задач, матрица симметричной не является, что приводит к бессмысленности его реализации в рамках данной программы.

### Муравьиный алгоритм

Все действия муравья являются реакцией на изменение окружающей среды или собратьев. Однако, множество муравьев в колонии формируют так называемый «роевой интеллект», что позволяет им анализировать обстановку и быть успешным видом живых существ. Одну из особенностей их поведения можно взять в качестве алгоритма для решения задачи коммивояжера.

Муравьи после себя оставляют след из феромонов, каждый раз, когда они проходят путь от муравейника до пищи и, так же, в обратном направлении. Другие муравьи чувствуют подобные следы — инстинктивно они отправятся по данному следу. В свою очередь, отправившиеся по следу муравьи, усилят его интенсивность, тем самым делая его заметнее для остальных муравьев. Так же, чем меньше путь следа до конечной точки, тем

Таблица 1. Скорость работы алгоритмов

Алгоритм	Количество точек	Время (мс)	Длина маршрута (м)
Генетический	2	73	5351
Имитации Отжига	2	3236	5351
Полный перебор	2	1	5351
Генетический	4	956	6439
Имитации Отжига	4	3753	6439
Полный перебор	4	5	6439
Генетический	6	2854	8321
Имитации Отжига	6	4275	8878
Полный перебор	6	113	8321
Генетический	8	1256	17529
Имитации Отжига	8	5486	19487
Полный перебор	8	6821	17529
Генетический	10	5598	26094
Имитации Отжига	10	5562	24890
Полный перебор	10	691133	24890

меньше тратится времени на его прохождение, следовательно, сила следа будет усиливаться с каждым новым его прохождением.

Каждый муравей запоминает свой маршрут и не возвращается в точки, которые он уже посетил. Это формирует своеобразный список запретов на переход в следующую точку. Так же, муравей ориентируется на длину маршрута и силу феромона. Феромон так же, как и в природе, со временем испарится, если по ним не проходят муравьи, которые могли бы их усилить.

Алгоритм решения имеет три стадии.

1. Генерация муравьиных особей

- ♦ Отправная точка обусловлена ограничениями задачи. Либо все особи помещаются в одну точку, либо в разные. Так же, определяется начальный показатель феромона.

2. Поиск решения

- ♦ Вероятность очередного перехода из вершины *i* в вершину *j* определяется по формуле 4

$$P_{ijk} = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha * [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{i \in J_{ik}} [\tau_{ij}(t)]^\alpha * [\eta_{ij}]^\beta} \tag{4}$$

где  $\tau_{ij}(t)$  — уровень феромона,  $\eta_{ij}$  — эвристическое расстояние,  $\alpha, \beta$  — константные параметры.

3. Обновление феромона

- ♦ Уровень феромона обновляется в соответствии с формулой 5

$$T_{ij}(t + 1) = (1 - p)\tau_{ij}(t) + \sum_{i \in J_{ik}} \frac{Q}{L_k(t)} \tag{5}$$

где *p* — интенсивность испарения,  $L_k(t)$  — цена текущего решения для *k*-ого муравья, а *Q* — параметр,

имеющий значение порядка цены оптимального решения, то есть  $Q/L_k(t)$  — феромон, откладываемый *k*-ым муравьём, использующим ребро (*i, j*).

Опять же, оптимальные значения параметров можно определить только экспериментально, они разнятся в зависимости от специфики решаемой задачи.

Данный алгоритм является сложным в реализации, и в тоже время показывает наилучшие результаты на максимальном количестве точек в маршруте. Его реализация была сочтена в данной программе излишней.

Полный перебор

Является популярным методом решения математических задач, любую NP-полную задачу можно решить, перебрав все возможные варианты решения. Однако, его сложность является экспоненциальной, т.е. быстро растет в зависимости от количества возможных комбинаций. Для нахождения оптимального маршрута на 11 точках требуется уже несколько часов работы, т.к. это означает больше 39 миллионов вариантов решений.

Таким образом, подходят для реализации алгоритмы полного перебора, имитации отжига и генетический алгоритм. Для коротких маршрутов будет использоваться алгоритм полного перебора, так как его скорость будет все еще приемлема. Для более длительных маршрутов будут запускаться генетический алгоритм и имитации отжига одновременно с целью выявления оптимального решения. Возможен запуск несколько раз подряд для больших маршрутов, для большей точности рабо-

ты. Алгоритм Прима хоть и работает быстро, но не подходит из-за специфики задачи (матрица расстояний не является симметричной). Муравьиный алгоритм сложен в реализации, его реализация оставлена до будущих версий программы.

### Оценка эффективности алгоритмов, сравнение их комбинаций, разработка финальной версии алгоритма

Используя написанную программу, было произведено сравнение скорости работы алгоритмов. Постепенно повышалось количество точек маршрута, который необходимо просчитать. Это приводило к увеличению длины маршрута и увеличению времени расчетов. Расстояние считалось по дорогам г. Омска, а не «по воздуху». Матрица расстояний получена по API Google Maps.

Ниже приведена сравнительная таблица скорости работы алгоритмов на виртуальной машине (4 ядра i9-9880H, 6GB RAM). Показано среднее время из 3 замеров.

Как можно заметить, значительно превосходство метаэвристических алгоритмов начинается с 8 точек в маршруте. Особенно разница видна на 10 точках. Там три прогона одним алгоритмом происходят быстрее, чем полный перебор. А это означает, что их можно запускать одновременно и несколько раз, для выбора оптимального варианта из серии запусков. Для графов большей размерности, применение полного перебора абсолютно нецелесообразно, т.к. сложность растет экспоненциально. Другие два алгоритма справляются намного быстрее, а их допущение является приемлемым, учитывая возможность многократного запуска. Это так же открывает возможности использовать большее

количество итераций для данных алгоритмов при условии увеличения количества точек в маршруте.

В сравнении с точными алгоритмами, такими как метод ветвей и границ и метод ветвей с отсечениями, генетический алгоритм и алгоритм имитации отжига показывают превосходство, как в скорости выполнения, так и в качестве получаемых решений, т.к. не перебирают все возможные комбинации решений. При этом данные алгоритмы показывают более высокую точность, чем метод ближайшего соседа, и не имеют ограничений, которые есть, например, у алгоритма Прима. Главным минусом данных алгоритмов является зависимость от управляющих параметров, подбирать которые надо экспериментальным путем.

### Заключение

Для разработки рабочей версии алгоритма поиска оптимального маршрута в ходе работы была исследована задача коммивояжера и методы ее решения с помощью эвристических и метаэвристических методов: перечислить. Также был подробно рассмотрен генетический алгоритм и алгоритм имитации отжига.

Были произведены тесты алгоритмов, с целью выявления их сильных и слабых сторон. Оценка эффективности алгоритмов проходила по критериям скорости работы и получившейся длины маршрута для различного числа точек маршрута.

Генетический алгоритм и алгоритм имитации отжига показали хорошую эффективность на большом количестве точек. Алгоритм полного перебора хорошо подходит для коротких маршрутов. Было решено использовать их комбинации в зависимости от параметра маршрутов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Генетический алгоритм [Электронный ресурс]: — URL: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B0%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC) (дата обращения: 25.11.2020)
2. Гиндуллин, Р.В. Оптимизация маршрута доставки однородного груза от множества производителей множеству потребителей: дис. ... канд. ф.-м. наук / Р.В. Гиндуллин. — Уфа, 2014. — 147 с.
3. Информационная модель [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.yaklass.ru/p/informatika/11-klass/informatcionnaia-kultura-obshchestva-i-lichnosti-13421/informatcionnye-modeli-12825/re-9caa0260-f48e-4e91-9822-b1e77826fbdf> (дата обращения: 22.01.2021)
4. Как коронокризис «вырастил» рынок доставки еды в России [Электронный ресурс]. — URL: <https://pro.rbc.ru/demo/5fbd1e0c9a79472d51fe79e8> (дата обращения 15.09.2020)
5. Пожидаев, М.С. Алгоритмы решения задачи маршрутизации транспорта: дис. ... канд. тех. наук / М.С. Пожидаев. — Томск, 2010. — 136 с.
6. Практическое применение механизма WEB-сервисов в системе «1С: Предприятие» [электронный ресурс]. — <https://infostart.ru/public/327963/> (дата обращения: 30.11.2020)
7. Самойленко Н.И. Транспортные системы большой размерности: монография / Н.И. Самойленко, А.А. Кобец, под ред. Н.И. Самойленко. — Х.: НТМТ, 2010. — 212 с.

8. Хрусталева, Е.Ю. Разработка интерфейса прикладных решений на платформе «1С: Предприятие8»/Е.Ю. Хрусталева.— М.: ООО «1С-Публишинг», 2018.— 902 с.
9. Хрусталева, Е.Ю. Технологии интеграции «1С: Предприятия 8.3» / Е.Ю. Хрусталева.— М.: ООО «1С-Публишинг», 2020.— 310 с.
10. Щербина, О.А. Метаэвристические алгоритмы для задач дискретной оптимизации / О.А. Щербина // ТВИМ.— 2014.— №1 (24).— С. 56–72

---

© Брыкин Дмитрий Олегович ( dezorb@gmail.com ), Пестова Светлана Юрьевна ( pestova\_sv@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ПРОТОТИПИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ: ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ПРОТОТИПА

## PROTOTYPING A DYNAMIC THERMOREGULATION SYSTEM: SELECTING COMPONENTS FOR A DEMONSTRATION PROTOTYPE

I. Vasiliev

*Summary.* This article raises questions about the relevance of research in the field of wearable devices, expanding the functionality of clothing with the help of innovative solutions. A brief description of the innovative start-up project "Mneima" is given. An overview of the components used in the prototyping of the dynamic thermoregulation system is presented. This work is of practical importance, since it significantly reduces the time for selecting components for creating innovative solutions in the field of wearable devices with a thermoregulatory function. The relevance is due to the significant growth of the wearable device market.

*Keywords:* wearable electronics, smart clothes, prototyping, thermoregulation.

**Васильев Игорь Сергеевич**

Специалист, ГБПОУ «Уфимский Колледж  
Радиоэлектроники, Телекоммуникаций  
и Безопасности»  
stormcreator@inbox.ru

*Аннотация.* В данной статье поднимаются вопросы об актуальности исследовательских работ в сфере носимых устройств, расширение функциональности одежды при помощи инновационных решений. Приведено краткое описание инновационного стартап-проекта "Mneima". Представлен обзор на компоненты, используемые в ходе создания прототипа системы динамической терморегуляции. Данная работа имеет практическую значимость, поскольку значительно сокращает время на выбор компонентов для создания инновационных решений в сфере носимых устройств с функцией терморегуляции. Актуальность обусловлена значительным ростом рынка носимых устройств.

*Ключевые слова:* носимая электроника, умная одежда, прототипирование, терморегуляция.

## Введение

**В** настоящее время рынок «умной» одежды (Wearable Technology — WT) развивается быстрыми темпами, и многие известные компании и стартапы ведут разработки в этой области [1]. При этом WT подразумевает интерактивное взаимодействие с окружающей средой: восприятие сигналов, обработку информации, воспроизведение ответных реакций. Взаимодействие WT с окружающей средой происходит с использованием специальных электронных устройств — датчиков, сенсоров, солнечных батарей, нагревательных элементов и т.п. В частности, WT расширяет функциональность одежды, добавляя предмету гардероба какие-либо нехарактерные свойства так, чтобы при этом не нарушались ее обычные функции.

Разработки WT улучшают качество жизни населения. Однако стоимость WT зачастую превышает стоимость обычной одежды из-за сложностей, с которыми приходится сталкиваться разработчикам при интегрировании микроэлектроники в одежду. Тем не менее,

с каждым годом стоимость конечного продукта становится ниже благодаря новым исследованиям и разработкам, а также возрастающей конкуренции на рынке [2]. Большую популярность имеет WT с функционалом обогрева пользователя. Но в некоторых ситуациях [3] более полезной будет функция охлаждения, которая на данный момент встречается редко. Следовательно, исследовательская работа в этой сфере является актуальной.

## Проект и прототипирование

Проект «Mneima» предполагает создание умной одежды с встроенной функцией поддержания комфортного температурного режима посредством обогрева и охлаждения ограниченного пространства между телом человека и одеждой, а также зон непосредственного прилегания к телу человека. Реализуется данный функционал при использовании эффекта Пельтье. Работы по проекту велись при поддержке и консультировании специалистов центра прототипирования радиоэлектронного кластера Республики Башкортостан (РЭК РБ). Впервые проект был представлен в 2017 году, при-

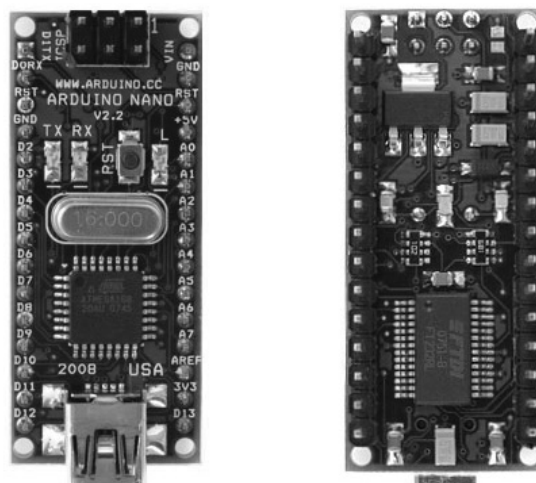


Рис. 1. Arduino Nano

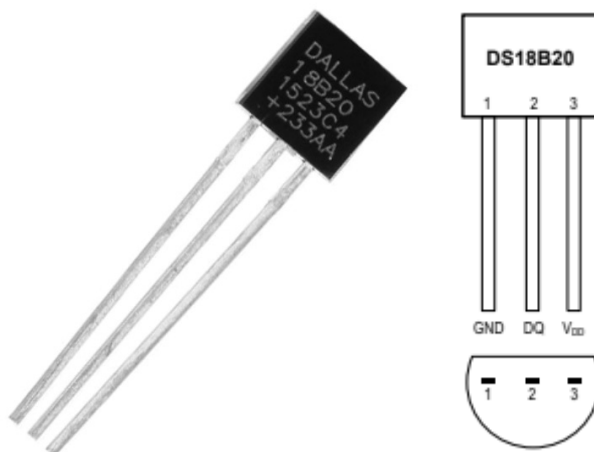


Рис. 2. Датчик Dallas Semiconductor ds18b20

нимал участие в конкурсе “УМНИК-2017”. До 2019 года на рынке не было представлено умной одежды с подобным функционалом.

В ходе разработки проекта возникла необходимость создания демонстрационного прототипа системы динамической терморегуляции (далее — СДТ). СДТ это программно-аппаратный комплекс способный динамически изменять температуру окружающей среды в месте применения.

В разработке прототипа СДТ использовались следующие составляющие:

1. Микроконтроллер ATmega328P на плате Arduino Nano (Рис. 1). Это удобный и компактный модуль управления электронными компонентами, а также приемом и передачи данных. Благодаря C-по-

добному языку программирования достигается полноценная совместимость с программным обеспечением, написанным на языке C++.

2. Датчики температуры и влажности Dallas Semiconductor ds18b20 (Рис. 2). Для полноценного тестирования прототипа необходимо уточнять параметры температуры и влажности, поскольку в средах с разницей влажности в несколько процентов температура окружающей среды ощущается по-разному.
3. Набор электронных компонентов для создания сглаживающего фильтра. Сглаживающий фильтр необходим для снижения уровня пульсаций тока при управлении через ШИМ [9].
4. Персональный компьютер с предустановленной средой разработки ПО. В качестве среды разработки программной составляющей был выбран



Рис. 3. Элемент Пельтье

Visual Studio. Программа с пользовательским интерфейсом для тестирования прототипа СДТ была разработана на языке программирования — С++, разработка запатентована [10]. Для удобной модификации и развития программного обеспечения тестирования прототипов — программистом были внедрены алгоритмы с поддержкой непрерывной интеграции [11]. Разработка программного обеспечения отдельно описана в и опубликована в научном журнале [12].

5. Элементы Пельтье. В качестве основного действующего компонента СДТ было принято решение выбрать элементы Пельтье, поскольку они обладают возможностью перенаправлять тепловую энергию, тем самым нагревать или охлаждать прилегающую поверхность. Кроме того размеры элемента могут быть весьма компактны — в нашем случае использовался элемент 40x40 мм.

#### Выводы и дальнейшие перспективы исследования

Процесс выбора компонентов для сборки и тестирования прототипа может занимать довольно много времени, поскольку далеко не все необходимое может находиться в ближайшем доступе. Однако именно такой список показался оптимальным, поскольку эти элементы довольно распространены, а также имеют оптимальные характеристики — размер, энергоэффективность и функциональность. Прототипирование демонстрационного образца позволило в короткие сроки достичь поставленных целей, а именно — исследовать работу СДТ в различных условиях, подобрать наиболее эффективный алгоритм работы и продемонстрировать жизнеспособность идеи использования эффекта Пельтье как основы проекта “Mneima”.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стенькина, М.П. Исследование рынка носимой электроники / М.П. Стенькина // *Фундаментальные и прикладные исследования в науке и образовании: сборник статей Международной научно-практической конференции*, Тюмень, 05 июня 2019 года. — Тюмень: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2019. — С. 78–81.
2. Наговицына, М.А. Прямое и косвенное влияние природных факторов на психическое состояние спортсменов / М.А. Наговицына, А.С. Колегова, Д.Ю. Невоструев // *Актуальные подходы и направления научных исследований XXI века: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции [Электронный ресурс]*, Кишинев, 25 октября 2016 года / Под общей редакцией А.И. Вострецова. — Кишинев: Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2016. — С. 84–91.
3. Михайлова, И.Д. Исследование влияния изменения климатических факторов на тепловое состояние человека / И.Д. Михайлова, Л.А. Осипенко, К.А. Михайлов // *Вестник научных конференций*. — 2017. — № 1–2(17). — С. 83–85.
4. Кочетов, О.С. Способы оценки комфортности рабочей зоны / О.С. Кочетов // *Безопасность труда в промышленности*. — 2012. — № 4. — С. 27–30.
5. Кочетов О.С., Стареева М.О., Стареева М.М. Способ оценки комфортности рабочей зоны по параметрам микроклимата. — 2014.

6. Гринкевич, В.А. Синтез регулятора тока для термостойка на основе элемента Пельтье / В.А. Гринкевич // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. — 2019. — № 3–4(96). — С. 33–52. — DOI 10.17212/2307–6879–2019–3–4–33–52.
7. GU J., LI B. Design of Multi Point Temperature Monitoring System Based on DS18B20 // Electronic Science and Technology. — 2018. — С. 03.
8. Saha R. et al. A Working Prototype Using DS18B20 Temperature Sensor and Arduino for Health Monitoring // SN Computer Science. — 2021. — Т. 2. — №. 1. — С. 1–21.
9. Тихомиров, А.К. ШИМ-регулятор для термоэлектрического модуля Пельтье / А.К. Тихомиров // Молодежь XXI века: шаг в будущее: материалы XXI региональной научно-практической конференции: в 4 т., Благовещенск, 20 мая 2020 года. — Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. — С. 224–225.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020664361 Российская Федерация. Программное обеспечение системы динамической терморегуляции для носимой электроники (Mneima-type control program), версии 2.0: № 2020663669: заявл. 06.11.2020: опубл. 12.11.2020 / Р.Г. Манаев.
11. Манаев, Р.Г. Технология внедрения непрерывной интеграции в крупных высоконагруженных системах с минимизацией ошибок и временных потерь со стороны разработчиков / Р.Г. Манаев // Инновации и инвестиции. — 2020. — № 12. — С. 127–130.
12. Манаев, Р.Г. Разработка программного обеспечения системы динамической терморегуляции для носимой электроники / Р.Г. Манаев, И.С. Васильев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2020. — № 12. — С. 71–79. — DOI 10.37882/2223–2966.2020.12.20.
13. Соболева, Е.К. Система регулирования тока, протекающего через элемент Пельтье / Е.К. Соболева, В.И. Капля // Научно-практическая конференция студентов ВПИ (филиал) ВолгГТУ «Наука молодых: идеи, результаты, перспективы», Волжский, 23–26 мая 2016 года. — Волжский: Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 2016. — С. 48–49.
14. Клочкив, К.А. Формирование функции линейного управления ШИМ-преобразователем для непрерывного электропитания массива термоэлектрических элементов в составе универсального технологического комплекса / К.А. Клочкив, А.П. Бесшапошникова // Гагаринские чтения — 2019: Сборник тезисов докладов XLV Международной молодежной научной конференции, Москва, Барнаул, Ахтубинск, 16–19 апреля 2019 года / Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). — Москва, Барнаул, Ахтубинск: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2019. — С. 279–280.
15. Самарин, А. Электроника, встроенная в одежду — технологии и перспективы / А. Самарин // Компоненты и технологии. — 2007. — № 4(69). — С. 221–228.

© Васильев Игорь Сергеевич ( stormcreator@inbox.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Уфа



# НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

## NEURAL NETWORK APPROACH TO AUTOMATIC DETECTION OF THE TEXT INFORMATION IN RUSSIAN

**A. Gurin**

*Summary.* This article is about methods for automatically determining the sentiment of text information using a neural network approach. Sentiment analysis (or opinion analysis) uses NLP techniques to determine if data is positive, negative, or neutral. Sentiment analysis is often performed on text data to help companies track brand and product sentiment in customer reviews and understand customer needs. The result of this work is a constructed model that is able to rate the feedback given to the user.

*Keywords:* sentiment analysis, machine learning, a neural network approach to determining the sentiment of a text.

**Гурин Анатолий Анатольевич**

Аспирант, Российский Экономический Университет

им. Г.В. Плеханова

Anatoly196674@gmail.com

*Аннотация.* Данная статья рассказывает о методах автоматического определения тональности текстовой информации, используя нейросетевой подход. Анализ настроений (или анализ мнений) использует методы НЛП, чтобы определить, являются ли данные положительными, отрицательными или нейтральными. Анализ настроений часто выполняется на текстовых данных, чтобы помочь компаниям отслеживать настроение бренда и продукта в отзывах клиентов и понимать потребности клиентов. Результатом данной работы является построенная модель, которая способна выставлять оценку отзыву, данному пользователю.

*Ключевые слова:* сентимент анализ, машинное обучение, построение классификатора, нейросетевой подход к определению тональности текста.

**А**нализ тональности — это использование обработки естественного языка (НЛП), машинного обучения и других методов анализа данных для получения объективных количественных результатов из необработанного текста. Также, анализ тональности — это процесс выявления положительных или отрицательных настроений в тексте. Его часто используют различные компании для выявления настроений в социальных сетях, оценки репутации бренда и понимания клиентов. Поскольку клиенты выражают свои мысли и чувства более открыто, чем когда-либо прежде, анализ настроений становится важным инструментом для отслеживания и понимания этих настроений. Автоматический анализ отзывов клиентов, таких как мнения в ответах на опросы и разговоры в социальных сетях, позволяет брендам узнать, что делает клиентов счастливыми или разочарованными, чтобы они могли адаптировать продукты и услуги для удовлетворения потребностей своих клиентов.[1]

Например, использование анализа настроений для автоматического анализа более 4000 отзывов о продукте может помочь определить, довольны ли клиенты товарами или обслуживанием.

Еще одно применение — это отслеживание настроения бренда в социальных сетях в режиме реального

времени и с течением времени, чтобы сразу же обнаруживать недовольных клиентов и как можно скорее реагировать.

### Типы анализа настроений

Модели анализа настроений фокусируются на полярности (положительный, отрицательный, нейтральный), а также на чувствах и эмоциях (гнев, счастье, грусть и т.д.), срочности (срочно, не срочно) и даже намерениях (заинтересован против не заинтересован).

В зависимости от того, как необходимо интерпретировать отзывы и запросы клиентов, можно определить и адаптировать категории в соответствии с потребностями в анализе настроений. [1]

### Детальный анализ настроений

Если важна точность полярности сообщений, то можно рассмотреть возможность расширения категорий полярности, включив в них следующие классы:

- ◆ сильно позитивно
- ◆ позитивно
- ◆ нейтрально
- ◆ негативно
- ◆ сильно негативно

Это обычно называется детальным анализом настроений и может использоваться для интерпретации пятизвездочных оценок в обзоре отзывов, например:

Очень положительный = 5 звезд

Очень отрицательно = 1 звезда

### Обнаружение эмоций

Этот тип анализа настроений направлен на выявление эмоций, таких как счастье, разочарование, гнев, печаль и т.д. Многие системы обнаружения эмоций используют лексиконы (то есть списки слов и эмоций, которые они передают) или сложные алгоритмы машинного обучения.

Одним из недостатков использования лексиконов является то, что люди по-разному выражают эмоции. Некоторые слова, которые обычно выражают гнев, например, плохой или убивающий также могут выражать счастье.

### Аспектно-ориентированный анализ настроений

Обычно, анализируя тональность текстов, обзоров продуктов, необходимо знать, какие именно аспекты или особенности люди упоминают в положительной, нейтральной или отрицательной форме. В данном случае может помочь анализ тональности на основе аспектов, например, в этом тексте: «Срок службы батареи этой камеры слишком мал», классификатор на основе аспектов сможет определить, что предложение выражает отрицательное мнение о времени автономной работы функции.

Существуют различные алгоритмы, которые можно реализовать в моделях анализа тональности, в зависимости от того, сколько данных нужно проанализировать и насколько точной должна быть модель.[1]

Алгоритмы анализа тональности попадают в одну из трех групп:

- ◆ На основе правил: эти системы автоматически выполняют анализ настроений на основе набора правил, созданных вручную.
- ◆ Автоматические: используют методы машинного обучения, чтобы обучаться на данных.
- ◆ Гибридные системы сочетают в себе подходы, основанные на правилах и автоматические.

### Подходы, основанные на правилах

Обычно система, основанная на правилах, использует набор правил, чтобы идентифицировать субъективность, полярность или предмет мнения. Эти правила могут включать в себя различные техники НЛП, разработанные в ком-

пьютерной лингвистике, такие как: Стемминг, токенизация, тегирование части речи и синтаксический анализ. Пример того, как работает система, основанная на правилах: Определяет два списка поляризованных слов (например, отрицательные слова, такие как плохой, худший, уродливый и т.д., и положительные слова, такие как хорошее, лучшее, красивое и т.д.). Далее подсчитывается количество положительных и отрицательных слов, которые встречаются в заданном тексте. Если количество положительных слов больше, чем количество отрицательных слов, система возвращает положительное мнение, и наоборот. Если количество отрицательных и положительных слов равно, система вернет нейтральное мнение.[3]

Системы, основанные на правилах, очень наивны, поскольку они не принимают во внимание, как слова объединяются в последовательности. Конечно, можно использовать более продвинутые методы обработки и добавлять новые правила для поддержки новых выражений и словаря. Однако, добавление новых правил может повлиять на предыдущие результаты, что приводит к усложнению системы.

### Автоматические подходы

Автоматические методы, в отличие от систем, основанных на правилах, полагаются не на правила, созданные вручную, а на методы машинного обучения. Задача анализа настроений обычно моделируется как проблема классификации, при которой классификатор получает текст и возвращает категорию. Например, положительный, отрицательный или нейтральный.[5]

### Процессы обучения и прогнозирования

В процессе обучения модель учится связывать конкретный ввод (то есть текст) с соответствующим выводом (тегом) на основе тестовых выборок, используемых для обучения. Средство извлечения признаков преобразует введенный текст в вектор признаков. Пары векторов признаков и тегов (например, положительные, отрицательные или нейтральные) вводятся в алгоритм машинного обучения для создания модели.

В процессе прогнозирования средство извлечения признаков используется для преобразования невидимого ввода текста в векторы признаков. Эти векторы признаков затем вводятся в модель, которая генерирует предсказанные теги.[2]

### Извлечение функций из текста

Первым шагом в классификаторе текста машинного обучения является преобразование извлечения текста

или векторизации текста, и классическим подходом был набор слов или набор n-грамм с их частотой.

Совсем недавно были применены новые методы извлечения признаков, основанные на встраивании слов (также известных как векторы слов). Этот вид представлений позволяет словам с одинаковым значением иметь аналогичное представление, что может улучшить производительность классификаторов.

### Алгоритмы классификации

Этап классификации обычно включает статистическую модель, такую как Наивный Байес, логистическая регрессия, машины опорных векторов или нейронные сети:

**Наивный Байес:** семейство вероятностных алгоритмов, использующих теорему Байеса для предсказания категории текста.

**Линейная регрессия:** известный алгоритм статистики, используемый для прогнозирования некоторого значения ( $Y$ ) с учетом набора характеристик ( $X$ ).

**Машины опорных векторов:** не вероятностная модель, которая использует представление текстовых примеров в виде точек в многомерном пространстве. Примеры различных категорий (настроек) сопоставлены с отдельными регионами в этом пространстве. Затем новым текстам присваивается категория на основе сходства с существующими текстами и регионов, к которым они привязаны.[2]

**Глубокое обучение:** разнообразный набор алгоритмов, которые пытаются имитировать человеческий мозг, используя искусственные нейронные сети для обработки данных.

### Гибридные подходы

Гибридные системы объединяют желательные элементы основанных на правилах и автоматических методов в одну систему. Одним из огромных преимуществ этих систем является то, что результаты часто бывают более точными.

### Решение для анализа тональности отзывов товаров

Наиболее популярным и точным подходом в области определения тональности отзывов является подход, основанный на машинном обучении. Общая структура данного подхода выглядит следующим образом:

- ◆ необходимо собрать коллекцию документов для обучения классификатора
- ◆ каждый документ из обучающей коллекции нужно представить в виде вектора признаков
- ◆ для каждого документа нужно указать «правильный ответ», т.е. тип тональности (например, положительная или отрицательная), по этим ответам и будет обучаться классификатор
- ◆ выбор алгоритма классификации и обучение классификатора использование полученной модели.[4]

Задача состояла в том, чтобы автоматически определять оценку у отзыва. Оценка 1 и 2, является негативной, оценка 3 соответствует нейтральному, а 4 и 5 относятся к позитивному соответственно.

Таким образом, первый этап — это подготовка набора данных, который в свою очередь состоит из наборов коллекций. Так как требуется определять тональность отзывов на товары, необходимо подготовить данные, которые были бы похожи на те, которые мы собираемся определять. В данный момент в сети Интернет существует огромное количество сайтов (интернет-магазинов), которые уже содержат описания и оценки этих отзывов. Эти данные можно использовать для обучения нейросети. Для этого необходимо проводить синтаксический разбор сайтов (парсинг) и собирать коллекции. Когда коллекции собраны и образован набор данных, можно переходить к следующему этапу, это препроцессинг данных (т.е. обработка). Т.к в общем подходе из обучающей коллекции необходимо представить каждый документ в виде вектора признаков, возникает вопрос о нормализации данных. На данном этапе необходимо определиться с тем, как правильно нормализовать данные. Существует много решений (библиотек) для нормализации данных средствами python. В данном случае было решено использовать библиотеку регулярных выражений для очистки текста от посторонних символов, а после применять методы лемматизации всех слов, т.е приводить каждое слово в его начальную форму с помощью библиотеки `ru morphology2`. В рамках решаемой задачи потребуется воспользоваться алгоритмом преобразования исходных данных TF-IDF, который позволит повысить весомость редких событий и снизить вес частых событий. [7] Полученные после преобразования данные будут переданы классификаторам, которые подходят для решения поставленной задачи. Набор данных готов, коллекции документов тоже. Следующий шаг — это обучение классификатора. Для того, чтобы понять какой из классификаторов лучше работает с собранными данными, необходимо оценить работу каждого и определиться, какой подходит лучше.[5] Результат работы классификаторов представлен на рисунке 1.

```
[ ] for clf in [LogisticRegression, LinearSVC, SGDClassifier]:
    print(clf)
    print(cross_val_score(text_classifier(CountVectorizer(), TfidfTransformer()), clf(max_iter=1000)), texts, labels).mean()
    print("\n")

<class 'sklearn.linear_model._logistic.LogisticRegression'>
0.8205

<class 'sklearn.svm._classes.LinearSVC'>
0.8545

<class 'sklearn.linear_model._stochastic_gradient.SGDClassifier'>
0.8574999999999999
```

Рис. 1. Результат работы классификаторов

```
[ ] from sklearn.metrics import accuracy_score, precision_score, recall_score, f1_score, confusion_matrix, classification_report

def evaluation(y, y_hat, title = 'Confusion Matrix'):
    cm = confusion_matrix(y, y_hat)
    accuracy = accuracy_score(y, y_hat)
    print('Accuracy: ', accuracy)
    print(cm)

trainPredY = clf_pipeline.predict(trainX)
#testPredY = clf_pipeline.predict(testX)
print(evaluation(trainY, trainPredY))
#print(evaluation(testY, testPredY))

Accuracy: 0.7734353311329776
[[ 1574  791  660  17  0]
 [ 213 6910 2017  76  6]
 [ 145 1338 15298 180  7]
 [ 31 318 1154 1152 11]
 [ 11 65 259 46 140]]
..
```

Рис. 2. Модель после обучения. Тестирование точности работы модели.

Тестировалось 3 метода классификации. Логистическая регрессия, метод опорных векторов и стохастический градиентный спуск. Как видно на рис. 1 наибольшая точность с собранными данными получается с использованием стохастического градиентного спуска в качестве классификатора. После обучения классификатора, заключительным этапом является обучение нейронной сети и тестирование ее работы.[6] На рисунке 2 показан скриншот экрана, после обучения нейросети.

После обучения точность работы модели составляет 77%, что является вполне приемлемым в задачах подобного типа.

В ходе проделанной работы, получилось построить модель, которая способна определять тональность отзыва и автоматически присвоить ему оценку по шкале от 1 до 5. Точность определения составляет 77%. Модель не является идеальной и может быть улучшена

за счет оптимизации процесса подготовки данных, использования других библиотек лемматизации, либо отказа от очистки текста от знаков препинания. Иногда, наличие текстовых знаков в виде смайлов, либо большое обилие восклицательных/вопросительных и других знаков может помочь отнести текст к той или иной тональности. У данного подхода также имеется и обратная сторона, использование знаков препинания в подготовленных данных, для передачи их в классификатор, повышает количество признаков, что в свою очередь может привести к переобучению модели и долгому вычислению. Также, для полноценного решения задачи по автоматическому определению тональности текста, необходимо решить и другие проблемы, которые влияют на определение тональности в целом. Например, проблема сарказма, является очень сложной и отдельной задачей, которая позволяет определить сарказм в текстовых данных и дать ему адекватную оценку. Еще один пример связан с грамматическими ошиб-

ками пользователей сети. Большое количество отзывов содержит грамматические ошибки пользователей и с этим тоже нужно уметь работать. Данную проблему можно решать с помощью модулей и библиотек, которые исправляют ошибки, либо использовать подходы с N-граммами. N-граммы используются в основном для предугадывания на основе вероятностных моделей. N-граммная модель рассчитывает вероятность последнего слова N-граммы, если известны все предыдущие. При использовании этого подхода для моделирования

языка предполагается, что появление каждого слова зависит только от предыдущих слов. Таким образом, появляется возможность предугадывать правильное слово, даже если оно было написано в отзыве с ошибкой. Описанные проблемы и их решения позволяют улучшить точность определения тональности текста. Но универсального решения все равно не существует. Выбор алгоритма классификации, обучения и подготовки данных зависит от поставленной задачи и собранных данных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гурин А.А., Основные методы и инструменты анализа тональности текста // Вестник российского экономического университета имени г. В. Плеханова. Вступление. Путь в науку, № 3 (27) стр. 29–38–2019.
2. Гурин А.А., Сравнительный анализ методов автоматического определения тональности сообщений на русском языке // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». -№ 11, —2020, -С 71–76.
3. Паничева П.В. Система Сентиментного анализа АТЕХ, основанная на правилах, при обработке текстов различных тематик // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: по материалам ежегодной Международной конференции «Диалог»: сб. ст. — М.: Изд-во РГТУ. — 2013. — Т. 2. — С. 101–112.
4. Пшеничный С.И. Применение байесовского классификатора для оценки надежности банка // Экономические науки. — 2010. — Т. 63. — № . 2. — С. 306–310.
5. Малюгина О.В., Николаев Д.П. Критерии оценки качества для потоковой системы обнаружения и классификации // Сборник трудов 39-й междисциплинарной школы-конференции ИППИ РАН «Информационные технологии и системы 2015». — 2015. — С. 414–427.
6. Интернет ресурс: Обучаем компьютер чувствам (sentiment analysis по-русски) <https://habr.com/ru/post/149605/> дата обращения 01.10.2021
7. Интернет ресурс: Данные и их производные, используемые в процессе обработки естественного языка: корпуса текстов, тезаурусы, словари <https://nlpub.ru/%D0%A0%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D1%8B> дата обращения 28.09.2021

© Гурин Анатолий Анатольевич (Anatoly196674@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова

# ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ МАРКЕТИНГОВЫХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ

## SUPPORT FOR MARKETING DECISIONS BASED ON FUZZY CONTROL METHODS

*K. Matrokhina*

*Summary.* The article discusses the method of fuzzy logical choice for solving the problem of choosing the best alternative. A formal model of the problem of multicriteria decision making and a decision algorithm are presented.

*Keywords:* fuzzy logic, decision support system, multicriteria choice methods, membership functions.

**Матрохина Кристина Васильевна**  
Аспирант, Санкт-Петербургский горный  
университет  
k.matrokhina@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрен метод нечеткого логического выбора для решения задачи выбора лучшей альтернативы. Представлена формальная модель задачи многокритериального принятия решений и алгоритм решения.

*Ключевые слова:* нечеткая логика, система поддержки принятия решений, методы многокритериального выбора, функции принадлежности.

### Введение

**П**ринятие маркетинговых решений проходит в условиях принципиально неустранимой неопределенности [1,2], которая обусловлена факторами, различными не только по своей природе и характеру, но также и по степени их проявления и уровню влияния на процесс принятия решений. Для учета неопределенности, ее раскрытия и преодоления требует применение адекватных математических моделей и методов. Важно отметить, что неопределенность — это более общая категория, чем случайность и маркетинговые решения принимаются именно в условиях неопределенности. Из этого следует, необходимость рассмотрения различных математических методов и моделей, которые могли бы быть использованы для поддержки принятия маркетинговых решений [3–9], с целью определения степени их адекватности специфике исследуемой задачи.

В качестве такой методики может быть предложена теория нечетких множеств. Элементы данной теории успешно применяются для принятия решений в условиях неопределенности [10–14]. Автором теории нечетких множеств является американский математик Лотфи Заде [15].

**Методология.** В статье предлагается рассмотреть метод нечеткого логического вывода для выбора лучшей альтернативы. Суть метода состоит в следующем [16]. Пусть задано множество элементов ( $U$ ), и его нечеткое подмножество ( $A$ ), степень принадлежности элементов которого находится в промежутке  $[0,1]$ . Под-

множества  $A_j$  являются значениями лингвистической переменной  $P$ .

Пусть множество решений характеризуется набором критериев  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , т.е. лингвистических переменных, заданных на базовых множествах  $u_1, u_2, \dots, u_p$  соответственно. Набор из нескольких критериев с соответствующими значениями характеризует лица, принимающего решение, об оптимальности альтернативы. Высказывание может иметь следующий вид:

$$b_1 : \text{Если } p_1 = A_1, \text{ и } p_2 = A_2 \text{ и } \dots p_n = A_n \\ \text{то } S = B_i$$

Аналогично, выражения  $d_1, d_2, \dots, d_q$  преобразуются в множества  $H_1, H_2, \dots, H_q$ , а их пересечение является множеством  $D$ :

$$D = H_1 \cap H_2 \cap \dots \cap H_q$$

и для каждого  $(w, i) \in W \times I$

$$\mu_D(w, i) = \min_{w \in W} (\mu_{H_j}(w, i)), \quad j = \overline{1, q}$$

Удовлетворительность альтернативы рассчитывается по следующей формуле:

$$G = A \times D,$$

где  $G$  — нечеткое подмножество интервала  $I$ .

Тогда

Таблица 1. Исходные данные

Критерий	Альтернатива		
	Моб.Интернет	Дом.Интернет	Wi-Fi ТВ
$P_1$ — цена, руб/мес	890	900	950
$P_2$ — качество, (1...5)	4	5	3
$P_3$ — Спрос клиентов,%	90	77	50
$P_4$ — разнообразие тарифов,(1...5)	4	4	3
$P_5$ — наличие тех поддержки и качество работы (1...5)	5	4	3



Рис. 1. Алгоритм обработки исходных данных

$$\mu_G(i) = \max_{w \in W} (\min(\mu_A(w), \mu_D(w, i)))$$

Сопоставление альтернатив происходит на основе точечных оценок. Для нечеткого множества  $E \subset I$  определено  $\alpha$  — множество ( $\alpha \in [0,1]$ ):

$$E_\alpha = \{i \mid \mu_E(i) \geq \alpha \in I\}$$

Точечное значение для множества  $S$  можно записать в виде:

$$F(E) = \frac{1}{\alpha \max} \int_0^{\alpha \max} M(E_\alpha) d\alpha$$

где  $\alpha_{max}$  — максимальное значение в множестве  $U$ .

При сравнении альтернатив, сравниваются их точечные оценки и лучшей признается альтернатива с максимальным значением.

### Результаты

Описанный метод позволяет повысить обоснованность принимаемых решений и обеспечить выбор наиболее оптимального варианта из множества допустимых. Задача выбора оптимальной услуги для продвижения компанией сформулирована следующим образом: телекоммуникационной компании требуется

Таблица 2

№	Условие	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$R$
1	Если	доступная		высокий	большое		сверхрентабельная
2	Если	завышенная			низкий	неоперативная	низкорентабельная
3	Если	доступная	высокое	низкий	низкий		среднерентабельная
4	Если	доступная	высокое	высокий	низкий	оперативная	высокорентабельная
5	Если	доступная	высокое	высокий	низкий	неоперативная	среднерентабельная
6	Если	доступная		низкий		неоперативная	низкорентабельная

$$D = \begin{matrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{matrix} \begin{vmatrix} 0 & 0,1 & 0,2 & 0,3 & 0,4 & 0,5 & 0,6 & 0,7 & 0,8 & 0,9 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,6 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,4 & 0,8 \\ 0,45 & 0,55 & 0,55 & 0,55 & 0,55 & 0,55 & 0,55 & 0,55 & 0,55 & 0,55 & 0,65 \end{vmatrix}$$

Рис. 2

выбрать услугу, в которую в настоящий момент нужно вложить большее количество средств для продвижения ее на рынке и получения на выходе максимальной выгоды. В качестве альтернатив ( $a_1 \dots a_3$ ) рассматривается три типа тарифов: «Мобильный интернет», «Домашний интернет» и «Домашний интернет +ТВ»

Для осуществления выбора тарифа использованы маркетинговые данные компании (табл. 1).

Алгоритм обработки исходной информации включает в себя три этапа с применением метода нечеткого логического вывода (см.рис.1).

Нечеткие множества представлены следующим образом:

$$\begin{aligned} \mu_{F_1} &= 0,5/890 + 0,6/900 + 0,45/950; \\ \mu_{F_2} &= 0,8/4 + 1/5 + 0,65/3; \\ \mu_{F_3} &= 0,85/90 + 0,7/77 + 0,55/50; \\ \mu_{F_4} &= 0,85/4 + 0,8/4 + 0,45/3; \\ \mu_{F_5} &= 1/5 + 0,8/4 + 0,65/3. \end{aligned}$$

После проведения анализа экспертами были составлены следующие правила:  $P_1$  — цена;  $P_2$  — качество;  $P_3$  — спрос клиентов;  $P_4$  — разнообразие тарифов;  $P_5$  — наличие технической поддержки,  $R$  — услуга (выходная).

Для того чтобы сформулировать правила, необходимо определить возможные значения лингвистических переменных  $P_i$  и  $R$ , которые используются для оценки рентабельности услуги.

Область значений переменной  $R$  задана на множестве  $Y = \{0; 0,1; 0,2; \dots; 1\}$ .

Значения переменной  $R$  заданы с помощью следующих функций принадлежности:

$LS$  = низкорентабельная, определена как

$$\mu_{LS}(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x=1; \\ 0, & \text{если } x < 1. \end{cases} \quad x \in J;$$

$MS$  = среднерентабельная — как

$$\mu_{MS}(x) = x, \quad x \in J;$$

$HS$  = высокорентабельная — как

$$\mu_{HS}(x) = \sqrt{x}; \quad x \in J;$$

$VS$  = сверхрентабельная — как

$$\mu_{VS}(x) = 1 - x; \quad x \in J.$$

Задача сводится к сравнению трех альтернатив (услуг) на множестве  $U = \{u_1, u_2, u_3\}$ .

Для данной задачи оценки трем альтернативам заданы следующими нечеткими множествами: доступная (цена)  $A = \{0,5u_1, 0,6u_2, 0,45u_3\}$ ; высокое (качество)  $B = \{0,8u_1, u_2, 0,65u_3\}$ ; высокий (спрос клиентов)  $C = \{0,85u_1, 0,7u_2, 0,55u_3\}$ ; большое (разнообразие тарифов)  $D = \{0,85u_1, 0,8u_2, 0,45u_3\}$ ; оперативная (техническая поддержка)  $E = \{u_1, 0,8u_2, 0,65u_3\}$ .

Далее вычисляются функции принадлежности  $\mu_{M_1 \dots M_6}$  для приведенных правил.



На основании проведенных исследований, опубликованных в [17] в задачах рассматривающих определенный набор критериев по которым выбирается лучший вариант, как правило используют импликацию Лукасевича

$$\mu_D = \min(1, 1 - \mu_A / (u) + \mu_B(j)).$$

Для каждой пары значений получены нечеткие отношения ( $D_1, \dots, D_6$ ).

Согласно импликации Лукасевича пересечения отношений  $D_1, \dots, D_6$  решение можно записать в виде следующей матрицы (рис. 2).

Для вычисления значений каждой альтернативы используется точечная оценка.

1)  $H_1 = \{0,5/0; 0,5/0,1; 0,5/0,2; 0,5/0,3; 0,5/0,4; 0,5/0,5; 0,5/0,6; 0,5/0,7; 0,5/0,8; 0,5/0,9; 1/1\}$  вычислены уровневые множества  $H_{j\alpha}$  и мощность такого множества  $M(H_{j\alpha})$  по формуле и точечная оценка  $E_j$ .

$$F(H_1) = \frac{1}{\alpha \max} \int_0^{\alpha \max} M(H_{1\alpha}) d\alpha = 0,4*0,5 + 0,5*1 = 0,7$$

2)  $H_2 = \{0,4/0; 0,4/0,1; 0,4/0,2; 0,4/0,3; 0,4/0,4; 0,4/0,5; 0,4/0,6; 0,4/0,7; 0,4/0,8; 0,4/0,9; 1/1\}$  точечная оценка  $H_2$ :

$$F(H_2) = \frac{1}{\alpha \max} \int_0^{\alpha \max} M(H_{2\alpha}) d\alpha = 0,5*0,4 + 0,4*0,8 = 0,52$$

3)  $H_3 = \{0,45/0; 0,55/0,1; 0,55/0,2; 0,55/0,3; 0,55/0,4; 0,55/0,5; 0,55/0,6; 0,55/0,7; 0,55/0,8; 0,55/0,9; 0,65/1\}$  точечная оценка  $H_3$ :

$$F(H_3) = \frac{1}{\alpha \max} \int_0^{\alpha \max} M(H_{3\alpha}) d\alpha = 0,45*0,5 + 0,5*0,1 + 0,1*1 = 0,375.$$

В качестве лучшей альтернативы выбирается та, которая имеет наибольшую оценку. Из полученных результатов можно заметить, что это альтернатива  $u_1$ .

## Выводы

При решении задачи метод нечеткого логического вывода показал свою эффективность в решении задач выбора лучшего варианта. Применение данного метода позволило выбрать лучшую услугу «Мобильный интернет» для ее продвижения компанией на телекоммуникационный рынок.

## ЛИТЕРАТУРА

- Чернов В.Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств. -М.: Горячая линия-Телеком, 2007.-312 с., ил.
- Зайнашева Э.Б., Мухаметзянов И.З. Модель взаимодействия конкурирующих фирм и принятие решений на основе аппарата нечеткой логики // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2013. № 3 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-vzaimodeistviya-konkuriruyuschih-firm-i-prinyatie-resheniy-na-osnove-apparata-nechetkoy-logiki> (дата обращения: 03.11.2021).
- Карелова О.Л. Методы поддержки принятия решений. Изд.: Проспект, 2020 г., с. 114.
- Терегулов, Д.Р. Система поддержки принятия решений на основе метода учета трансформации предпочтений / Д.Р. Терегулов, О.И. Сентябов // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы XV международной научно-методической конференции, Воронеж, 12–13 февраля 2015 года. — Воронеж: Воронежский государственный университет, 2015. — Р. 142–146.
- Pavlov, S.V. Model of a fuzzy dynamic decision support system / S.V. Pavlov, V.A. Dokuchaev, S.S. Mytenkov // T-Comm. — 2020. — Vol. 14. — No 9. — P. 43–47. — DOI 10.36724/2072–8735–2020–14–9–43–47.
- Н.П. Резникова. Маркетинг в отрасли инфокоммуникаций /Кухаренко Е.Г.-М.: Горячая линия-Телеком, 2018.-152 с.: ил.
- Nedosekin, Aleksei O., Rejshahrit, Elena I., Kozlovskiy, Aleksandr N. (2019) Strategic approach to assessing economic sustainability objects of mineral resources sector of Russia. Journal of Mining Institute, vol. 237, pp. 354–360. DOI: 10.31897/PMI.2019.3.354
- Н.В. Васильева, Э.Д. Кадыров (2013) Построение функций принадлежности параметров технологического процесса на основе нечеткой кластеризации производственных данных. Записки Горного института. Том 202. С. 251.
- Isheyskiy, Valentin, Sanchidrián, José A. (2020) Prospects of applying MWD technology for quality management of drilling and blasting operations at mining enterprises. Minerals, issue 10, vol. 10, pp. 1–17. DOI: 10.3390/min10100925
- Beloglazov, Iliia I., Boikov, Aleksei V., Petrov, Pavel A. (2020) Discrete element simulation of powder sintering for spherical particles. Key Engineering Materials, vol. 854 KEM, pp. 164–171. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.854.164
- Pivovarova, I.I., Terekhin, R.D., Sarkisov, S.V., et al. (2020) Software implementation of fuzzy logic algorithms for environmental risk assessment. Journal of Physics: Conference Series, issue 2, vol. 1515, DOI: 10.1088/1742–6596/1515/2/022091
- Малашенкова, И.В. Многокритериальные решения при объективных моделях в системах поддержки принятия решений / И.В. Малашенкова, Е.А. Панкратова, О.В. Семенова // Естественные и технические науки. — 2014. — № 1(69). — С. 252–256.
- Ефанов, Н.А. Сравнительный анализ существующих подходов к принятию управленческих решений в условиях неопределенности и систем поддержки принятия решений / Н.А. Ефанов // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2020. — Т. 3. — № 2. — С. 129–137.

14. Быкова Т.М. Системы поддержки принятия решений/ Соловьев А.Н. Изд.: Лань, 2020. — 132 с.
15. Л. Заде. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений //М.: Мир, 1976. — 167 с.
16. Андрейчиков А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике, г. Москва, «Финансы и статистика».2000. С. 210.
17. Кнаппе Н., Nichtlineare Regelungstechnik und Fuzzy-Control. Expert Verlag. Renningen-Malmsheim, Germany, 1994.

---

© Матрохина Кристина Васильевна ( k.matrokhina@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский горный университет

# КОНЦЕПЦИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ПРИМЕРОЧНОЙ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ 3D-МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА, С ПОМОЩЬЮ ОТКРЫТЫХ ПРОГРАММ

## THE CONCEPT OF A VIRTUAL FITTING ROOM BASED ON THE CREATION OF A 3D MODEL OF A PERSON, USING OPEN PROGRAMS

**A. Murtazina  
A. Sherstova**

*Summary.* With the constant development of technology, many companies in the world have implemented 3D scanning and proposed different concepts of a virtual fitting room, but due to hardware and software limitations, its development is relatively slow. In addition, this kind of fitting cannot be compared exactly with the real one. The main problem is the wrong shape and size of clothes, there are also errors for the upper body. The article proposes the concept of a virtual fitting room based on the creation of a 3D model of a person using a smartphone, the OpenCV library, the Blender program and WebGL technology. The task was divided into three stages: image acquisition, preprocessing and calculation of parameters, modeling of the human figure, import of the resulting model to the site page. A smartphone was chosen as a promising input device, since it can be used at stages to perform calculations and visualize data on fitting clothes.

*Keywords:* anthropometric data, WebGL, Blender, OpenGL.

**Муртазина Альфия Рустямовна**

*К.т.н., доцент, Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва  
aly1029@yandex.ru*

**Шерстова Анастасия Геннадьевна**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва  
nasteonich@gmail.com*

*Аннотация.* С постоянным развитием технологий многие компании в мире реализовали 3D-сканирование и предложили разные концепции виртуальной примерочной, но из-за ограничений оборудования и программного обеспечения ее развитие идет относительно медленно. Кроме того, подобный вид примерки не может сравниться в точности с реальным. Основная проблема — неправильная форма и размер одежды, также появляются погрешности для верхней части тела. В статье предложена концепция виртуальной примерочной на основе создания 3D-модели человека с использованием смартфона, библиотеки OpenCV, программы Blender и технологии WebGL. Задача была разбита на три этапа: получение изображения, предварительная обработка и вычисление параметров, моделирование фигуры человека, импорт полученной модели на страницу сайта. В качестве перспективного устройства ввода был выбран смартфон, поскольку его можно использовать на этапах для выполнения расчетов и визуализации данных о примерке одежды.

*Ключевые слова:* антропометрические данные, WebGL, Blender, OpenGL.

## Введение

С развитием технологий 3D и AR услуга виртуальной примерочной, применяемая некоторыми компаниями и платформами электронной коммерции, получила широкое распространение. В последние годы быстроразвивающиеся бренды одежды запустили функцию виртуальных примерочных [1,2]. В то же время покупки в Интернете меняют потребительские привычки [3]. Несоответствующая посадка и плохие результаты реальной примерки являются основными причинами онлайн-возврата предметов одежды [4]. Поэтому на технологию виртуальной примерочной возлагаются большие надежды. Компании, занимающиеся технологиями дополненной реальности, столкнулись с коммерческими потребностями, и появились веб-страницы, мини-программы и приложения, которые позволяют совершать покупки в Интернете и примерить одежду. В период эпидемии подоб-

ная услуга стала популярной и актуальной, и торговые платформы и технологические компании предпринимают новые попытки усовершенствовать виртуальную примерочную. Однако из-за неточностей в размерных характеристиках и большой погрешности при примерке изделий, требуется доработка алгоритма. В связи с этим на предложена концепция виртуальной примерочной на основе создания 3D-модели человека.

## Методы

Идея заключается в создании web-приложения, позволяющего осуществить примерку оцифрованной одежды на фигуру человека, построенную по основным параметрам.

Моделирование человеческого тела заключается в получении антропометрических характеристик о фигуре одним из следующих способов:

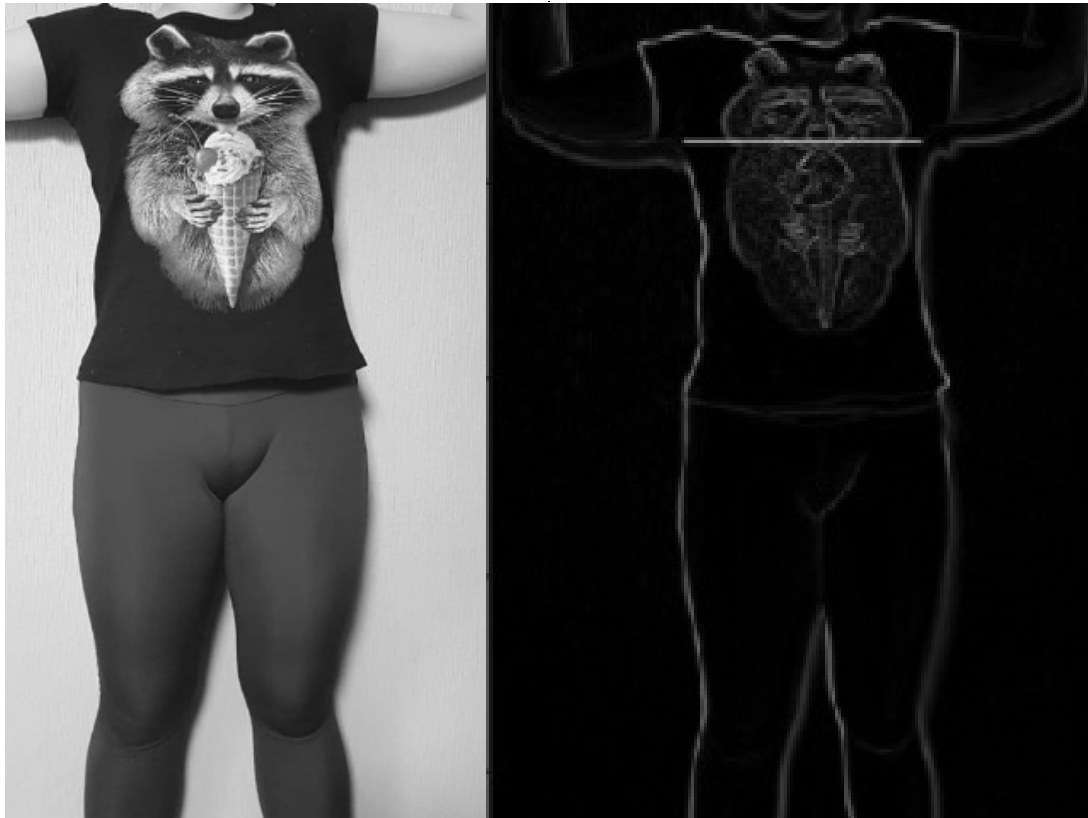


Рис. 1. Исходная фотография пользователя, применение фильтра и обнаружение полуоси эллипса

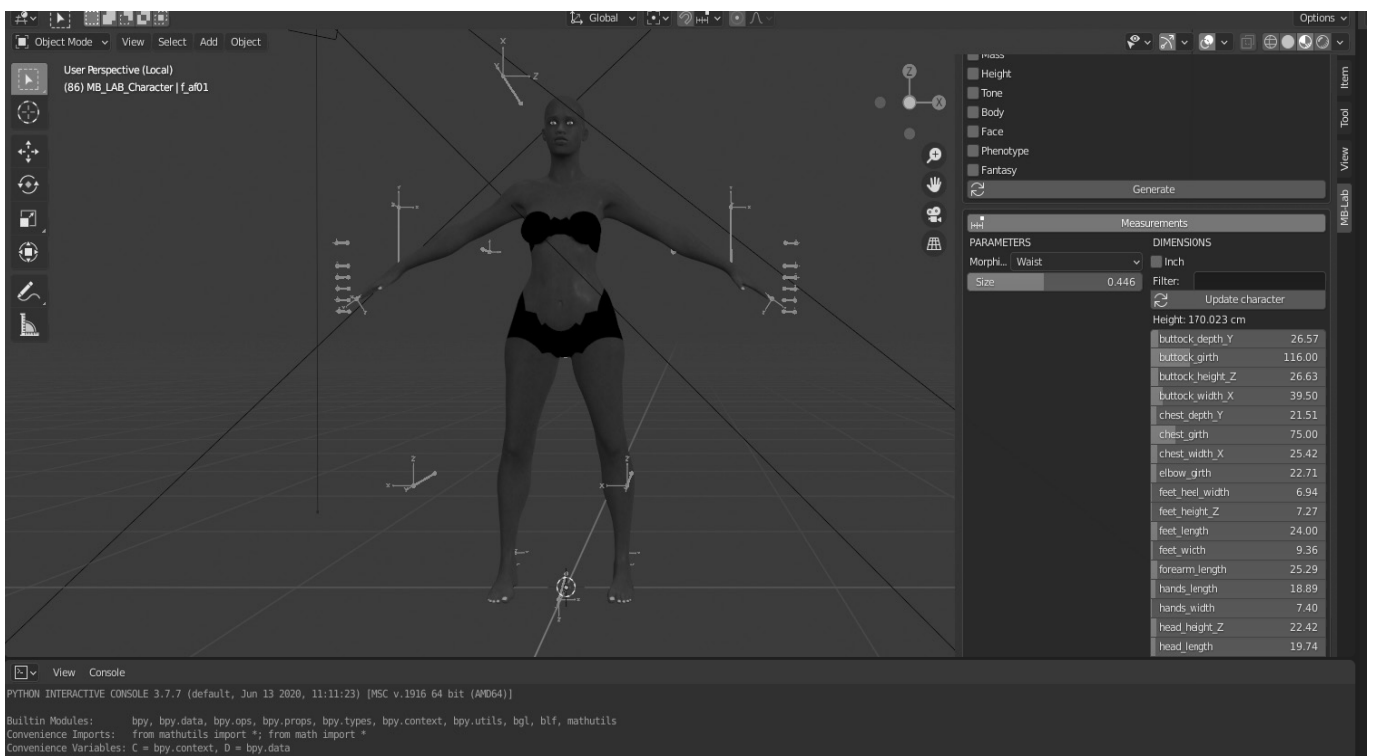


Рис. 2. 3D-модель человека, построенная по заданным параметрам

- ◆ ввода параметров;
- ◆ сканирования, предварительной обработки;
- ◆ использования фотографий, применения технологий обработки изображений.

Первый способ наиболее простой, не требует специальных устройств и может быть использован для коррекции полученных параметров. Два других — более сложные, поскольку у пользователя должны быть соответствующий 3D-сканер или фотоаппарат с хорошим разрешением. Отдельно необходимо уделить внимание техническим характеристикам, так стоимость 3D-сканера зависит от размеров сканируемого объекта и погрешности. Если в качестве ввода рассматривать фотоаппарат, то можно использовать камеру смартфона [5]. Последний вариант является бюджетным, приемлем для большинства пользователей. Кроме того, учитывая постоянное совершенствование технологий, смартфон, в отличие от сканера, можно использовать и на последующих этапах для выполнения расчетов и визуализации данных о примерке одежды.

На этапе обработки изображения, в результате проведения ряда экспериментов, было принято решение использовать библиотеку OpenCV для получения размерных характеристик [6]. Для обнаружения границ был применен фильтр Прьюита, т.к. он не требует больших вычислений, что позволяет быстрее обработать изображение. Определить обхваты фигуры можно по формуле:

$$L = \pi \cdot (a + b),$$

где:  $\pi$  — число пи;  $a$  и  $b$  — полуоси эллипса. В этом случае пользователю необходимо предоставить два изображения: профиль (рис. 1) и анфас.

Наибольшая трудность — соотношение реальных размеров и количества пикселей. В результате эксперимента была получена константа 27 см, что позволило вычислить основные параметры: рост, обхваты груди, бедер и талии.

Полученные величины были переданы в Blender и изменены значения стандартной фигуры в аддоне MB-LAB (рис. 2). В случае необходимости можно отредактировать параметры.

Полученную модель можно передать в WebGL для размещения на сайте. Технология WebGL — это API JavaScript, используемый для рендеринга 3D- и 2D-графики в режиме реального времени в браузере. Он основан на OpenGL-программном API, используемых во встроенных системах, таких как смартфоны и планшеты. Традиционно веб-браузеры используют ресурсы центрального процессора для рендеринга контента, но в последние годы браузеры приняли поддержку аппаратного ускорения, что позволяет использовать графический процессор устройства для рендеринга сложной графики.

### Результаты и обсуждения

По результатам эксперимента было установлено, что на вход необходимо подавать изображения, сделанные при хорошем освещении, а также человеку необходимо отправить на обработку две фотографии: профиль и анфас. Была выявлена неточность при создании 3D-модели (расхождение в 2–3 см), связанная с упрощенной формулой расчета обхвата. Для более корректного моделирования необходимо увеличить считываемые параметры фигуры человека, а также изменить формулу подсчета данных на более сложную.

К перспективам развития концепции виртуальной примерочной можно отнести решение проблем со стилем: с помощью таких приложений можно легко комбинировать разную одежду, оценивая эффективность и сочетаемость, что намного удобнее, чем массовая примерка. Более того, с помощью интеллектуальных систем и технологий Big Data покупатели могут понять свои предпочтения в одежде и сориентироваться в рекомендациях по её подбору [7,8].

### Заключение

В результате импорта и поддержки WebGL на странице сайта пользователю будет доступна его 3D-модель, соответствующая его размерным характеристикам. Благодаря возможности анимации и поддержке программного кода можно реализовать процедуру смены одежды на манекене.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Q. Wu, P. Zhao and Z. Cui, "Visual and Textual Jointly Enhanced Interpretable Fashion Recommendation," in IEEE Access, vol. 8, с. 68736–68746, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2978272.
2. Chen, W., Wang, H., Li, Y., Su, H., Wang, Z., Tu, C., Lischinski, D., Cohen-Or, D., Chen, B.: Synthesizing training images for boosting human 3d pose estimation. In: 3D Vision (3DV), 2016 Fourth International Conference on. с. 479–488. IEEE (2016).

3. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Петросова И.А., Гетманцева В.В. Кастомизированная коррекция типового виртуального манекена оболочкой переменной толщины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 2019, № 2. С. 113–123.
4. Pons-Moll, G., Pujades, S., Hu, S., Black, M.J.: Clothcap: Seamless 4d clothing capture and retargeting. ACM Transactions on Graphics (TOG) 36(4), 73 (2017)
5. Муртазина А.Р., Разин И.Б., Костылева В.В., Миронов В.П. Концепция модуля «Оцифровка» в системах автоматизированного проектирования конструкций верха обуви. Дизайн и технологии. 2016. № 51 (93). с. 127–133.
6. Муртазина А.Р., Гусев А.О., Костылева В.В., Разин И.Б. Векторизация чертежей конструкций верха обуви с использованием открытых библиотек Дизайн и технологии. 2019. № 74 (116). с. 135–141.
7. Z. Al-Halah, R. Stiefelhagen and K. Grauman, "Fashion Forward: Forecasting Visual Style in Fashion," 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2017, с. 388–397, doi: 10.1109/ICCV.2017.50.
8. L. C. Wang, X.Y. Zeng, L. Koehl and Y. Chen, "Intelligent Fashion Recommender System: Fuzzy Logic in Personalized Garment Design," in IEEE Transactions on Human-Machine Systems, vol. 45, no. 1, с. 95–109, Feb. 2015, doi: 10.1109/THMS.2014.2364398

---

© Муртазина Альфия Рустямовна (aly1029@yandex.ru), Шерстова Анастасия Геннадьевна (nasteonich@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## УПРАВЛЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ ОБЛАЧНЫХ РЕШЕНИЙ IAAS

**Новиков Сергей Владимирович**

Уральский федеральный университет,  
г. Екатеринбург  
novserg@mail.ru

### VIRTUAL INFRASTRUCTURE MANAGEMENT OF IAAS CLOUD SOLUTIONS

**S. Novikov**

*Summary.* The purpose of this article is to characterize some of the specific features of managing the virtual infrastructure of IaaS cloud solutions. Methods of complex and comparative analysis were used in the work. As a result, the author comes to the following conclusions: the world practice of using the IaaS technology is in the development stage; private and open cloud platforms are used to implement IaaS services; two types of hypervisors are used to implement services and increase the efficiency of computer technology, which have different functionality, advantages and disadvantages; Today's IaaS cloud service providers need an up-to-date solution to manage hypervisor virtual machines based on existing technologies, software, and development environments.

*Keywords:* virtual infrastructure; cloud solutions; hypervisor.

*Аннотация.* Цель данной статьи — охарактеризовать некоторые специфические особенности управления виртуальной инфраструктурой облачных решений IaaS. В работе использованы методы комплексного и сравнительного анализа. В результате автор приходит к выводам: мировая практика использования технологии IaaS находится в стадии развития; для внедрения сервисов IaaS используются закрытые и открытые облачные платформы; для реализации сервисов и увеличения эффективности использования вычислительной техники используются гипервизоры двух типов, которые имеют разные функциональные возможности, достоинства и недостатки; современным компаниям-провайдером облачных IaaS-услуг необходимо актуальное решение, позволяющее управлять виртуальными машинами гипервизора с учетом существующих технологий, программных средств и сред разработки.

*Ключевые слова:* виртуальная инфраструктура; облачные решения; гипервизор.

Современный глобальный рынок облачных технологий интенсивно растет. Для него характерны следующие тенденции: быстрый рост расходов на публичные и частные сервисы, а также сопутствующего рынка услуг, ЦОДов и трафика данных в таких системах [5]. Согласно прогнозам исследовательской консалтинговой компании «Gartner», рынок облачных сервисов будет увеличиваться на 17,5% ежегодно, в 2022 году превысит объем индустрии ИТ-услуг, а к 2025 году достигнет 832,1 млрд. долл. По оценкам «IDC», развитие российского рынка опередит общемировые темпы за счет работы отечественных поставщиков облачных решений на основе контейнерной виртуализации [2]. В 2025 году его объем составит 2,51 млрд. долл. [6].

Среди крупнейших сегментов рынка особое место занимают инфраструктурные сервисы IaaS (англ. Infrastructure-as-a-Service). Инфраструктура как услуга представляет собой модель обслуживания в облачных

вычислениях, предоставляющую потребителям по подписке фундаментальные информационно-технологические ресурсы — виртуальные серверы с заданной вычислительной мощностью, операционной системой (чаще всего предустановленной провайдером из шаблона) и доступом к сети. В мировой практике облачных вычислений накопился положительный опыт использования технологии IaaS, которая продолжает интенсивно развиваться. Ее востребованность связана с заинтересованностью отраслевых компаний в использовании платформенных облачных решений для повышения эффективности своей деятельности, а также с формированием соответствующих партнерских экосистем, что будет способствовать масштабированию бизнеса провайдеров услуг [6]. По прогнозам аналитиков «Gartner», к 2022 году стоимость IaaS-сегмента достигнет 80,98 млрд. долл. [8].

Управление виртуальной инфраструктурой входит в число базовых задач при использовании любых об-

Таблица 1. Облачные платформы управления виртуальными дата-центрами, основанные на закрытых и открытых решениях

Закрытые решения		Открытые решения	
Amazon Web Services (AWS)	Коммерческое публичное облако, поддерживаемое и развиваемое компанией Amazon	Apache CloudStack	Универсальная платформа управления средами выполнения виртуальных машин
Google Cloud Platform (GCP)	Набор облачных служб, которые выполняются на инфраструктуре Google	OpenStack	Облачная платформа, помогающая создавать программно-конфигурируемые ЦОДы
Microsoft Azure	Облачная платформа компании Microsoft для разработки, выполнения приложений и хранения данных на серверах, расположенных в распределённых дата-центрах	OpenNebula	Открытая платформа для организации управления cloud-инфраструктурой и виртуальными окружениями



Рис. 1. Принцип работы гипервизоров 1-го и 2-го типов

лачных сервисов, поэтому для внедрения и реализации IaaS-технологий используются разнообразные технические, системные и языковые платформы. Существующие решения условно можно разделить на две группы (таблица 1). Первую группу составляют проприетарные, закрытые решения крупных корпораций. К известным платформам управления виртуальными дата-центрами, основанным на закрытых решениях, относятся: Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP), Microsoft Azure [8]. Вторую группу составляют открытые платформы с применением собственного серверного оборудования. Наиболее часто используемыми открытыми системами для построения виртуальных дата-центров считаются Apache CloudStack, OpenStack, OpenNebula [3]. Провайдеры накапливают объем предоставляемых сервисов, конкурируя по параметрам качества и набора услуг.

Развитие технологий виртуализации, а также широкое применение облачных вычислений и инфраструктурных сервисов IaaS в работе отраслевых компаний способствовали появлению большого числа платформ серверной виртуализации — гипервизоров, представляющих собой программы или аппаратные схемы, обеспечивающие одновременное, параллельное выполнение нескольких операционных систем на одном и том же хост-компьютере, их изоляцию друг от друга, защиту, безопасность, разделение ресурсов между различными запущенными ОС и управление ресурсами [7;9]. Основным преимуществом гипервизоров является увеличение эффективности использования вычислительной техники, которая выражается в оптимальной утилизации вычислительных ресурсов за счет снижения времени простоя серверного оборудования и повышения плотности виртуальных машин.



Таблица 2. Сравнительный анализ гипервизоров 1-го и 2-го типов

Название платформы	Характеристика платформ серверной виртуализации
Microsoft Hyper-V	Microsoft Hyper-V — система виртуализации от корпорации Microsoft. Hyper-V является гипервизором, работающим на микроядерной архитектуре. Прямой доступ к оборудованию имеет только хостовая операционная система. Распределением ресурсов и прочими задачами занимается гипервизор.
KVM	KVM (Kernel-based Virtual Machine) — система аппаратной виртуализации в среде Linux. Является загружаемым модулем ядра Linux (kvm.ko). Состоит из модуля ядра kvm.ko и процессорно-специфических модулей kvm-intel.ko и kvm-amd.ko.
Citrix Hypervisor	Citrix Hypervisor (ранее XenServer) — это коммерческая платформа серверной виртуализации, имеющая несколько версий: Free, Standard и Enterprise. Отличительной особенностью платформы является поддержка адаптации ядра гостевой операционной системы для работы совместно с гипервизором (паравиртуализации) наряду с аппаратной виртуализацией.
Oracle VM VirtualBox	VirtualBox — программный продукт виртуализации, разработанный компанией Oracle. Работает под управлением всех популярных операционных систем, так как Windows, Linux, MacOS. Присутствует возможность проброса USB на гостевую операционную систему.

Существует два типа платформ серверной виртуализации (рисунок 1) [4]. Гипервизоры первого типа запускаются непосредственно через аппаратное обеспечение и не требуют установки какой-либо операционной системы. Для работы монитора виртуальных машин второго типа нужна операционная система, так как через нее производится доступ к аппаратной части. Согласно мнению экспертов, лучшим платформами серверной виртуализации считаются гипервизоры первого типа, поскольку они работают напрямую с оборудованием и обеспечивают более высокую производительность.

Среди программных продуктов аппаратной виртуализации интерес представляют платформы Microsoft Hyper-V, VMware ESX, KVM (Kernel-based Virtual Machine), Citrix Hypervisor (ранее XenServer), VirtualBox (таблица 2).

При выборе платформ серверной виртуализации важно учитывать целый ряд разнообразных факторов. Основным средством для создания, удаления виртуальных машин, изменения их параметров и мониторинга являются инструменты, поставляемые в составе того или иного гипервизора. Однако в некоторых случаях применение штатных инструментов управления не представляется возможным [1]. Наибольшей состав-

ляющей конечной совокупной стоимости владения того или иного технологического решения является стоимость лицензий на программное обеспечение, реализующее функции гипервизоров. Поэтому использование свободного ПО снизит капитальные затраты на внедрение виртуализации, что увеличит экономическую эффективность. При этом необходимо заметить, что программное обеспечение, не требующее оплаты за лицензии, значительно сложнее в развертывании и сопровождении, так как требует более высокой квалификации специалистов и менее развитую техническую поддержку.

Очевидно, что существующим компаниям-провайдерам облачных IaaS-услуг, предоставляющим своим клиентам выделенные виртуальные сервера для использования по модели аренды, необходимо новое технологическое решение, которое должно позволять пользователю управлять своими виртуальными ресурсами и в то же время ограничивать его доступ к операционной системе самого гипервизора. В связи с этим актуальной становится разработка сервиса, работающего отдельно от среды управления гипервизора и позволяющего обеспечить унифицированный двухсторонний механизм взаимодействия с виртуальными пользовательскими ресурсами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бастани Кеннет, Лонг Джош. Java в облаке. Spring Boot, Spring Cloud, Cloud Foundry. — Питер, 2019. — 624 с.
2. Будущее облачных вычислений [Электронный ресурс]. — URL: <https://sbercloud.interfax.ru/posts/budushhee-oblachnyh-vychislenij> (дата обращения: 11.10.2021)
3. Обзор платформ для построения облаков [Электронный ресурс]. — URL: <https://habr.com/ru/post/140375/> (дата обращения: 12.10.2021)
4. Пастухов Д.А., Юрчик П.Ф. Сравнительный анализ гипервизоров // Автоматизация и управление в технических системах. — 2014. — № 4. — С. 129–140.

5. Провайдеры IaaS ведут борьбу за европейский рынок — обсуждаем ситуацию и события индустрии [Электронный ресурс]. — URL: <https://habr.com/ru/company/1cloud/blog/502354/> (дата обращения: 11.10.2021)
6. Рынок облачных услуг России перевалил за миллиард долларов [Электронный ресурс]. — URL: [https://www.cnews.ru/news/top/2020-10-20\\_rynok\\_oblacznyh\\_uslug\\_rossii](https://www.cnews.ru/news/top/2020-10-20_rynok_oblacznyh_uslug_rossii) (дата обращения: 12.10.2021)
7. Chris Wolf, Erick M. Halter. Virtualization: From the Desktop to the Enterprise. Apress, 2005.
8. Global Public Cloud Revenue to Grow to \$258B in 2020, SaaS to Surpass IaaS by over \$100B [Электронный ресурс]. — URL: <https://stockapps.com/blog/2020/11/04/global-public-cloud-revenue-to-grow-to-258b-in-2020-saas-to-surpass-iaas-by-over-100b/?wpmteordisable=1> (дата обращения: 12.10.2021)
9. Rajkumar Buaya, Maria A. Rodriguez. Cost-Efficient Orchestration of Containers in Clouds: A Vision, Architectural Elements, and Future Directions [Электронный ресурс]. — URL: <https://arxiv.org/abs/1807.03578> (дата обращения: 12.10.2021)

---

© Новиков Сергей Владимирович (novserg@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Екатеринбург

# КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА<sup>1</sup>

## INTEGRATED SECURITY SYSTEM OF THE MANAGEMENT FACILITY BASED ON THE SITUATION CENTER

**V. Simankov  
A. Velichko**

*Summary.* The structural analysis of the integrated security system within the hierarchical structure of the intellectual situational center is carried out. A structural and functional model of the lower-level object management system is proposed. The tasks of complex security system maintenance are considered.

*Keywords:* Integrated security system, management object, hierarchy, intelligent situational center.

**Симанков Владимир Сергеевич**

*Д.т.н., профессор, Кубанский государственный  
технологический университет, г. Краснодар  
vs@simankov.ru*

**Величко Александра Александровна**

*Аспирант, Кубанский государственный  
технологический университет, г. Краснодар  
aleksandravelichko@mail.ru*

*Аннотация.* Проведен структурный анализ комплексной системы обеспечения безопасности в рамках иерархической структуры интеллектуального ситуационного центра. Предложена структурно-функциональная модель системы управления объектом нижнего уровня. Рассмотрены задачи комплексного обеспечения системы безопасности.

*Ключевые слова:* комплексная система обеспечения безопасности, объект управления, иерархия, интеллектуальный ситуационный центр.

**В** настоящее время, большинство объектов управления представляют собой сложные организационно-технические системы. В рамках этого такими системами необходимо управлять в реальном режиме времени с целью избегания критических ситуаций, обеспечения безопасности объекта управления. Наиболее подходящей системой для контроля и управления в таком случае представляется ситуационный центр.

Ситуационный центр — представляет собой интеллектуальный комплекс программных и технических средств сбора, анализа и отображения информации в удобном для принятия ответственных решений виде. В настоящее время накоплен достаточный опыт по использованию ситуационных центров в различных областях деятельности[1].

В рамках любого отраслевого взаимодействия объекты управления представляют собой иерархическую систему. Каждый последующий уровень характеризуется усложнением системы взаимодействия между иерархиями. Пример иерархической системы взаимодействия объектов управления, ситуационных центров и входящих в состав ситуационного центра комплексных систем обеспечения безопасности представлена рисунке 1.

Иерархическая система ситуационных центров реализует возможность создания и функционирования комплексной безопасности объектов управления. В свою очередь ситуационный центр представляет собой сложную иерархическую организационно-техническую систему (критическая информационная инфраструктура), нуждающаяся в обеспечении комплекс-

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края в рамках научного проекта № 20–47–235003 «Разработка теоретических основ и алгоритмов функционирования адаптивных иерархических систем управления с использованием методов искусственного интеллекта на основе ситуационных центров»

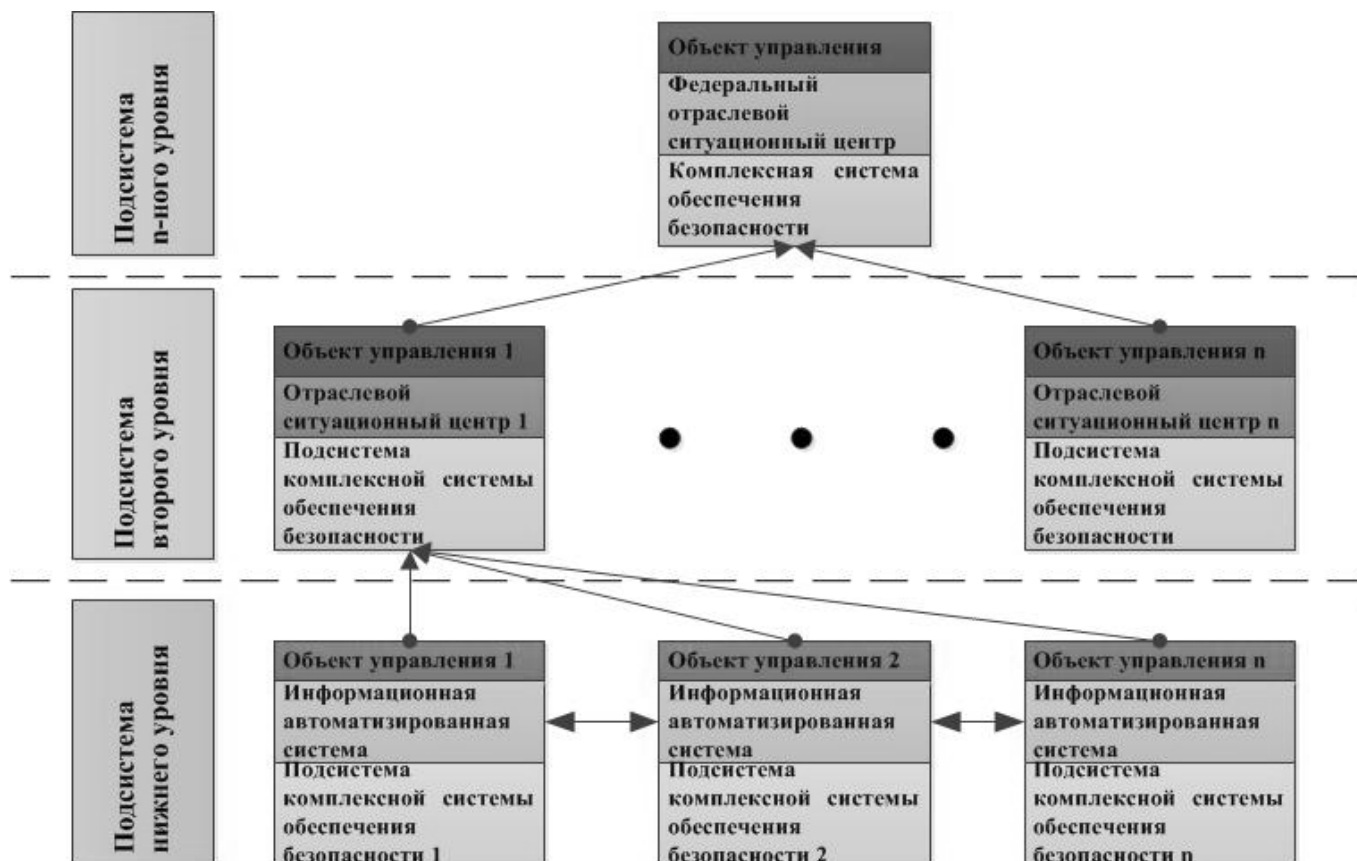


Рис. 1. Система обеспечения комплексной безопасности объекта управления на основе иерархической системы ситуационных центров

ной безопасности. В статье рассматривается иерархия структура обеспечения безопасности объекта управления на низком уровне.

Структура ситуационного центра отраслевого регионального уровня приведена в работе [3] и на рисунке 2.

Комплексная система обеспечения безопасности представляет собой часть подсистемы ситуационного центра. Организация функционирования комплексной системы обеспечения безопасности (КСОБ) строится на активном включении в ее работу информационных систем без нарушения работоспособности систем и их быстродействия. Комплексная система обеспечения безопасности объекта управления нижнего уровня – интегрированная платформа для быстрого обнаружения и реагирования на угрозы с автоматическим сбором и интеллектуальным анализом данных. Такая платформа постоянно наблюдает за безопасностью системы и не только оповещает о нарушениях и подозрительных событиях, но и создает и формирует модель событий. КСОБ поддерживает процессы мониторинга, прогнозирования, планирования и принятия решений

с точки зрения информационной и комплексной безопасности на всех этапах функционирования ситуационного центра.[2]

Комплексная система безопасности — это объединение в едином информационном поле отраслевых, государственных и муниципальных систем и их элементов (правового, нормативного, административного, организационного, технического, инженерного, материального, финансового, и иного характера), направленных на повышение защищенности и устойчивости функционирования объектов и территорий в зоне их влияния при угрозе и возникновения чрезвычайных ситуаций, в том числе вызванных террористическими акциями, а также наличие органов управления, сил и средств, обеспечивающих функционирование комплексной системы безопасности.

Основными задачами КСОБ объекта управления на основе ситуационного центра представляются следующие:

- ♦ выполнение основных функций защищаемым объектом как в нормальных, так и в чрезвычайных ситуациях (ЧС);

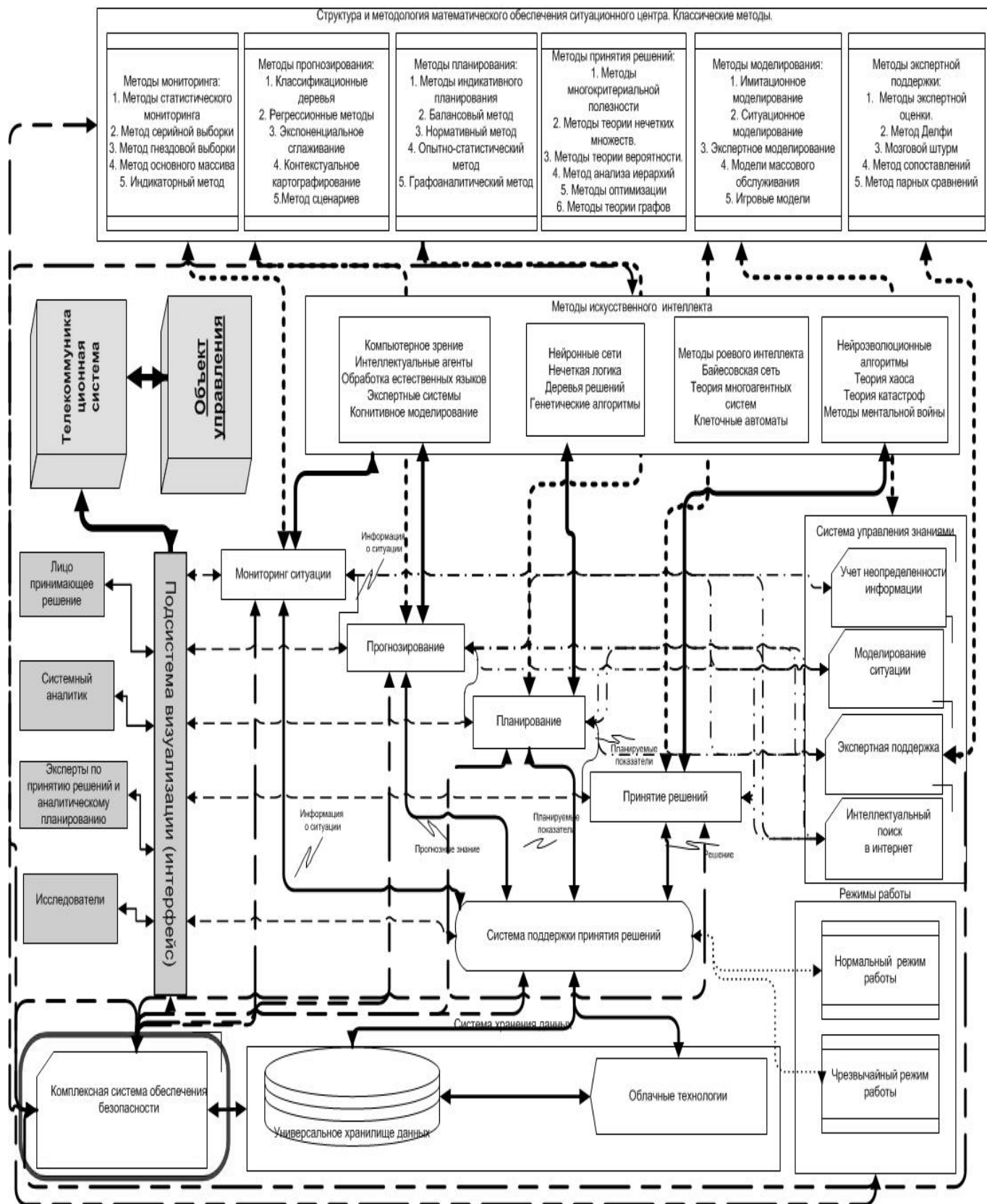


Рис. 2. Структурно-функциональная схема интеллектуального ситуационного центра[3]

- ◆ раннее обнаружение угроз и фактов их реализации или подготовки к реализации;
- ◆ своевременное информирование руководства организации об угрозах или фактах их реализации для принятия адекватных мер и исключения перехода ситуации в критическую;
- ◆ снижение риска нанесения ущерба объекту, персоналу и информации обрабатываемой на объекте при возникновении ЧС;
- ◆ организация спасения персонала, ценного имущества и информации при возникновении ЧС.

В состав комплексная система обеспечения безопасности объекта управления нижнего уровня могут быть включены следующие подсистемы:

- ◆ Подсистема автоматической пожарной сигнализации;
- ◆ Подсистема оповещения и управления эвакуацией;
- ◆ Подсистема автоматического пожаротушения;
- ◆ Подсистема автоматической охранной сигнализации;
- ◆ Подсистема видеонаблюдения;
- ◆ Подсистема контроля загазованности;
- ◆ Подсистема контроля и управления доступом;
- ◆ Подсистема сетевого управления;
- ◆ Подсистема защиты несанкционированного доступа;
- ◆ Подсистема юридического и нормативного обеспечения;
- ◆ Подсистема технических средств защиты;
- ◆ Подсистема бесперебойного питания;
- ◆ Подсистема резервного копирования. [6]

Комплексная система обеспечения безопасности обеспечивает «безопасные условия» функционирования организации и должна защищать от всех видов угроз, которые могут возникнуть. Именно поэтому она содержит большое количество подсистем, объединенных по своему функциональному назначению.

### Структура КСОБ

При разработке КСОБ (СКОБ) в её состав включают следующие виды обеспечения: информационное, техническое, программное, математическое, алгоритмическое, методическое, правовое и организационное.

Основными задачами данных компонентов являются:

- ◆ охрана как всего объекта, так и отдельных зон;
- ◆ проведение профилактических и компенсационных мероприятий по различным видам предполагаемых угроз;
- ◆ осуществление функций управления СКОБ;

- ◆ эксплуатация инженерно-технических систем.
- ◆ исключение или снижение вероятности реализации отдельных видов угроз;
- ◆ поддержание устойчивого функционирования СКОБ в штатных и нештатных ситуациях;
- ◆ подготовка персонала объекта к действиям в условиях возникновения или реализации чрезвычайных ситуаций;
- ◆ обеспечение готовности всех служб безопасности к противодействию различным видам угроз;
- ◆ обеспечение безопасной эвакуации людей и материальных ценностей при реализации различных угроз.

Для СКОБ в общем случае сохраняются этапы жизненного цикла, характерного для типовой АС. Среди них основными являются следующие этапы:

1. Создание (совершенствование) СКОБ.
2. Разработка и поддержание в рабочем состоянии объектовой документации по вопросам комплексного обеспечения безопасности.
3. Подбор и подготовка персонала.
4. Эксплуатация комплекса инженерно-технических средств СКОБ.
5. Внутренний аудит и мониторинг состояния комплексного обеспечения безопасности объекта.

Создание (совершенствование) СКОБ, предполагает выполнение следующих мероприятий:

- ◆ организация или участие в разработке исходно-разрешительной документации в области обеспечения безопасности;
- ◆ проведение анализа уязвимости объекта самостоятельно или с привлечением специализированных организаций;
- ◆ определение перечня угроз и модели нарушителя;
- ◆ установление категории объекта и соответствующего состава СКОБ;
- ◆ выделение зон доступа;
- ◆ определение критериев приемки проектных решений и оборудования СКОБ;
- ◆ разработка ТЗ на СКОБ в целом и при необходимости частных ТЗ на составные части;
- ◆ определение состава возможных исполнителей-разработчиков, имеющих необходимые разрешительные документы на проведение подобных работ;
- ◆ сопровождение разработки проектной документации;
- ◆ проверка (экспертиза), в том числе с привлечением сторонних экспертов, принятых (предложенных) проектных решений несоответствие требованиям исходной документации и ТЗ в целом;

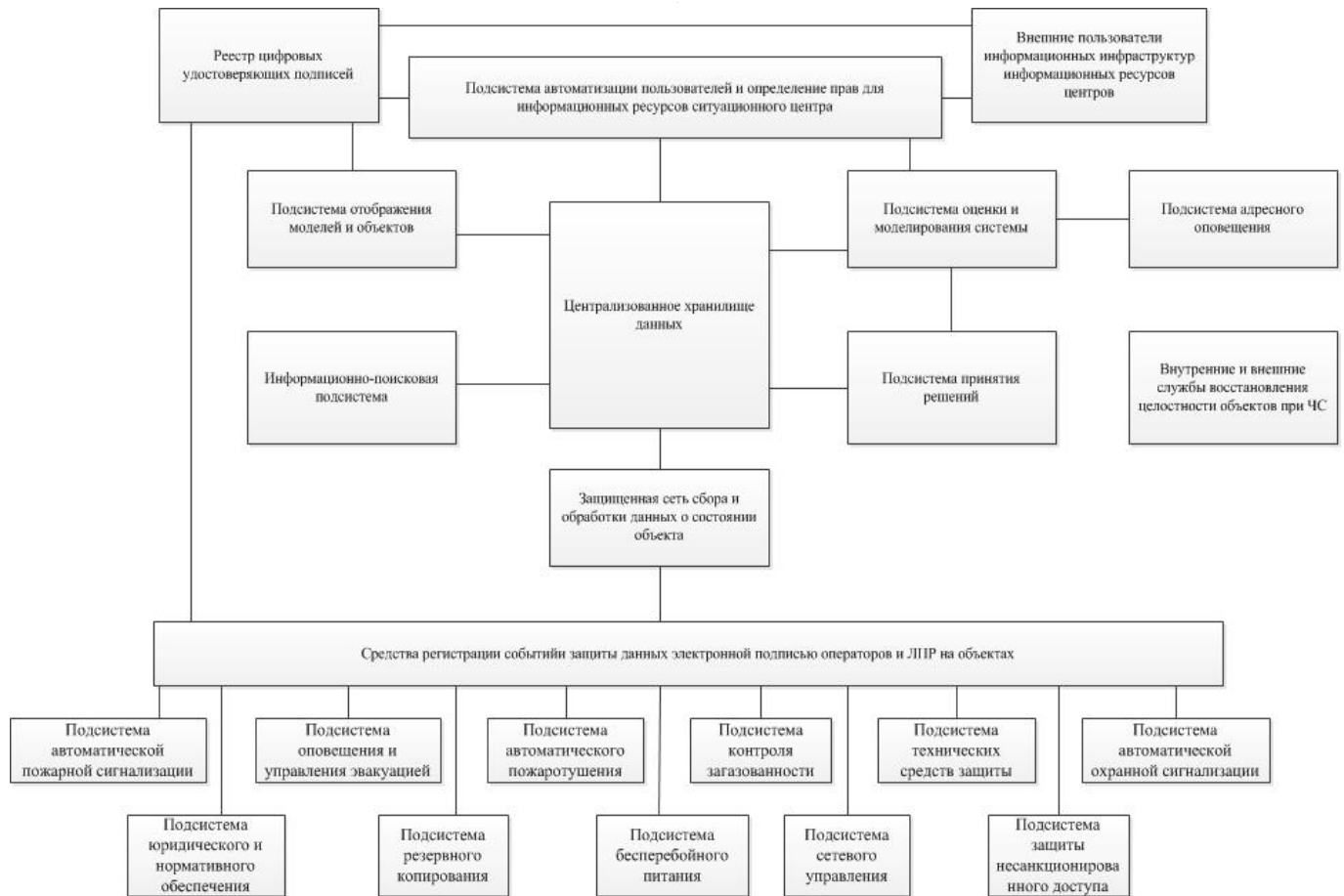


Рис. 3. Типовая архитектура системы управления объектом нижнего уровня с подсистемой комплексного обеспечения безопасности

- ◆ анализ полноты и качества исполнения проектной документации;
- ◆ организация подготовки и обучения персонала, задействованного в реализации обеспечения безопасности, его аттестация на готовность самостоятельно эксплуатировать оборудование;
- ◆ контроль выполнения строительно-монтажных работ по системам, применяемым для обеспечения безопасности;
- ◆ участие в составлении программы и методики испытаний оборудования и всей системы в целом;
- ◆ участие соответствующего персонала СКОБ в проведении предварительных испытаний смонтированного оборудования;
- ◆ организация опытной эксплуатации, выявление несоответствия ТЗ, возможных ошибок, сбоев и т.п.;
- ◆ организация доработок технической составляющей СКОБ;
- ◆ участие соответствующего персонала СКОБ в приемных испытаниях.

Внутренний аудит и мониторинг выполняются следующие работы:

- ◆ анализ уязвимости объекта и оценка эффективности его СКОБ;
- ◆ корректировка при необходимости перечня угроз и модели нарушителя с учетом изменения обстановки как на самом объекте, так и в его окружении;
- ◆ сбор, анализ и обобщение всей информации о нештатных ситуациях в СКОБ, а также в процессе эксплуатации объекта;
- ◆ проведение анализа порядка и хода выполнения предписаний надзорных и контролирующих органов;
- ◆ подготовка предложений по совершенствованию СКОБ.[7]

В настоящее время существуют модели КСОБ нижней ступени иерархии, приведем некоторые из них:

1. КСОБ «I TRIUM» [8] — платформа «глубокой» интеграции средств обеспечения безопасности с поддержкой максимума их функциональных возможностей. Платформа I TRIUM решает глав-

ные задачи, стоящие при создании ИСБ — преодоление несовместимости (интеграция) различных технических средств и систем и достижение целевых характеристик функциональности, быстродействия, надёжности, удобства использования, эксплуатации и обслуживания системы.

2. КСОБ «ПожСтройРегион» [9]. КСОБ реализуется на программно-аппаратной платформе и поддерживает программные средства и протоколы ведущих мировых производителей.
3. СКОБ ОХРАНМОНТАЖ-ЮГ[10] устанавливает оборудование, сигнализирующее о незаконном проникновении, задымлении, подтоплении, загазованности. Наши клиенты могут выбрать следующие способы сигнализации:
  - ◆ автономный — оповещает о возникновении нештатной ситуации звуком сирены.
  - ◆ gsm — сигнал поступает на телефон владельца имущества. Владелец принимает решение о вызове соответствующих служб в зависимости от того, какой датчик сработал.
  - ◆ пультовый — сигнал по проводной или беспроводной линии связи поступает на пульт диспетчера охранной организации.
4. КСОБ «Легис». Специфика охранных систем интегрированного типа заключается в сочетании сразу нескольких комплексов технических средств безопасности, предназначенных для реализации различных целей. Хотя стоимость такого способа обеспечения охраны объекта сравнительно выше, чем аналогичный показатель любой другой охранной системы, фактически, именно этот формат является самым эффективным в отношении экономии. Дело в том, что системы безопасности КСБ одновременно выполняют различные функции, замещая сразу несколько отдельных комплексов. При этом многие технические средства, используемые в них, применяются только в одном экземпляре.

На основе проведенного анализа создана структура КСОБ на основе ситуационного центра. Типовая архи-

тектура комплексная система обеспечения безопасности объекта управления нижнего уровня ситуационного центра представлена на рисунке 3.

На основе существующих комплексных систем обеспечения безопасности можно сделать вывод о архитектуре КСОБ объекта управления нижнего уровня.

В данной статье рассмотрена иерархическая структура КСОБ и определена система обеспечения безопасности нижнего уровня. Приведенная схема позволяет обеспечивать вышестоящие уровни информацией об объекте управления в любой момент времени.

## ВЫВОДЫ

1. Проведен структурно-функциональный анализ комплексных систем обеспечения безопасности в рамках иерархической структуры интеллектуальных ситуационных центров, определяющий интеграцию КСОБ для решения задач безопасности разноуровневых объектов управления. В тоже время интеллектуальный ситуационный центр реализует безопасность не только объектов управления, но и обеспечивает собственную безопасность, как критического объекта управления, определяющую стабильность функционирования ИСЦ.
2. Предложена структурно-функциональная модель системы управления объектом нижнего уровня с подсистемой комплексного обеспечения безопасности. В рамках модели продемонстрирована интеграция подсистемы КСОБ в единую платформу, охватывающие полный перечень аспектов управления и безопасности объекта.
3. Рассмотренные задачи комплексной системы обеспечения безопасности позволяют без потери функционала и возможностей управления объектом низкого уровня интегрировать и систематизировать функционирование подсистем в рамках единой КСОБ объекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Simankov V.S., Cherkasov A.N., Buchatskiy P.Y., Teploukhov S.V., Buchatskaya V.V. Synthesis of a decision support system based on an situational center. В сборнике: Proceedings of 2020 23rd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2020. 23. 2020. С. 182–185.
2. <https://searchinform.ru/services/outsource-ib/zaschita-informatsii/kompleksnaya/>
3. Симанков В.С., Власенко А.В., Черкасов А.Н. Методологическое обеспечение подсистемы обеспечения комплексной безопасности в составе интеллектуального ситуационного центра // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. — 2021. - № 07. - С. 107–114 DOI 10.37882/2223–2966.2021.07.27
4. Ворона, В.А. Комплексные (интегрированные) системы обеспечения безопасности / — Вып. 7. — Москва: Горячая линия — Телеком, 2018. — 160 с. (Серия «Обеспечение безопасности объектов») — ISBN978–5–9912–0238–1.
5. Симанков В.С., Черкасов А.Н. Анализ и синтез системы поддержки принятия решений на основе интеллектуальных систем ситуационного центра. Наука и бизнес: пути развития. 2014. № 12 (42). С. 93–98.



6. ГОСТ Р 56875–2016 Информационные технологии. Системы безопасности комплексные и интегрированные с. 46
7. Минин П.Е., Конев В.Н., Сычев Н.В., Крымов А.С., Савчук А.В., Андрияков Д.А. Анализ существующих автоматизированных систем управления технологическим процессом // Спецтехника и связь. 2014. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-tehnologicheskim-protssom>.
8. ИТРИУМ ITRIUM (лицензии), Лицензия Web-мониторинг для мониторинга и управления КСОБ ITRIUM в Красноярске [электронный ресурс] <https://store.softline.ru/itrium/itrium-l-web-monitoring-184380/> (дата обращения 10.09.2021)
9. Проектирование и монтаж систем пожаротушения [электронный ресурс] <https://sl-npb.ru/> (дата обращения 10.09.2021)
10. Комплексные системы охраны и безопасности [электронный ресурс] <https://ksb-krd.ru/> (дата обращения 10.09.2021)

© Симанков Владимир Сергеевич ( [vs@simankov.ru](mailto:vs@simankov.ru) ), Величко Александра Александровна ( [aleksandravelichko@mail.ru](mailto:aleksandravelichko@mail.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Краснодар

# КРАТКОСРОЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПЕРМСКОГО КРАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ

## NATURAL RESOURCE POTENTIAL SHORT-TERM MANAGEMENT USING FINITE-DIFFERENCE MODELS OF THE PERM REGION

*N. Sirotina*

*Summary.* In the work, finite-difference models of the Perm region natural resource potential are built. A forecast of factors was carried out, on their basis the calculation of the corresponding model values was performed. The influence of controlled and uncontrolled factors small changes of on the investigated indicator value is evaluated. A system of recommendations for the regional administration for the short-term management of the Perm region natural resource potential in order to compensate the uncontrolled factors negative influence has been developed.

*Keywords:* natural resource potential, finite difference model, forecasting, system of recommendations.

**Сиротина Наталья Александровна**

Старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Березники  
nsirotna117@mail.ru

*Аннотация.* В работе построены конечно-разностные модели природно-ресурсного потенциала Пермского края. Осуществлен прогноз факторов, на их основе выполнен расчет соответствующих модельных значений. Исследовано влияние на уровень исследуемого показателя малых изменений управляемых и неуправляемых факторов. Выработана система рекомендаций для краевого правительства по краткосрочному управлению природно-ресурсным потенциалом Пермского края с целью компенсации негативных тенденций определяющих его факторов.

*Ключевые слова:* природно-ресурсный потенциал, конечно-разностная модель, прогнозирование, система рекомендаций.

## Введение

**Д**ля обеспечения эффективного управления устойчивым региональным развитием необходимо учитывать перспективы использования имеющихся природных ресурсов. Комплексным показателем их совокупности в рамках региона является природно-ресурсный потенциал. Кризисные явления, характерные для социально-экономических систем в современных условиях, выражаются в негативных тенденциях и цикличности. Для их коррекции, необходимо обеспечить качественное управление природно-ресурсным потенциалом региона. Это обеспечит его инвестиционную привлекательность, более динамичный экономический рост, а также позволит установить целесообразность того или иного вида хозяйственной деятельности.

Вполне закономерно, что вопросу управления природно-ресурсным потенциалом, как важнейшей компо-

нентой регионального развития, посвящено значительное число научных публикаций.

В работе [1] предпринята попытка оценить влияние природных ресурсов на международную торговлю и финансовое развитие территорий, однако данный анализ осуществлен на макроуровне, а реализация указанного в статье метода статистического анализа панельных данных предполагает составную структуру объекта исследования (например, регионы Федерального округа) и не может быть использован на уровне единичного объекта. Ряд авторов разрабатывают вопрос эффективного освоения и управления ПРП посредством моделирования инвестиционных денежных потоков на примере различных стран и регионов: Африки [2], Таджикистана [3], Китая [4]. Для комплексного изучения ПРП и управления его отдельными элементами достаточно широко распространено использование геоинформационно-аналитических систем (ГИС). Так, в [5] для целей эффективного управления природными

ресурсами рассматривается применение ГИС на территории Индии, а в [6] авторами предпринята попытка комплексной оценки природного богатства Пермского края.

Методы математического моделирования широко применимы для моделирования и прогнозирования, а, следовательно, и управления природными ресурсами территории. Так, в работе [7] представлены математические модели добычи природного газа на региональном и мировом уровнях. Однако, такой подход предполагает наличие адекватного математического критерия, подлежащего оптимизации, а также системы ограничений, а при их отсутствии данный метод практически неприменим. Исследование [8] посвящено краткому обзору существующих оптимизационных динамических моделей невозобновляемых природных ресурсов. При этом рассматриваются детерминированные модели отдельных ресурсов, что не позволяет напрямую использовать их для случая двух и более их видов, что характерно для большинства регионов. Кроме того, используемый аппарат классической теории оптимального управления требует от исследователя достаточно высокого уровня математической подготовки и может приводить к некорректным результатам применительно к стохастическим экономическим объектам. В работе [10] разработана многокритериальная многофакторная нечеткая модель целочисленного программирования для оптимизации распределения сельскохозяйственных водных и земельных ресурсов в условиях неопределенности. Подобное сочетание методов весьма эффективно для решения слабо формализуемых задач, однако требует разработки как специфического математического инструментария, так и программного обеспечения. В работе [10] разработана нелинейная математическая модель управления морскими природными ресурсами в форме системы нелинейных дифференциальных уравнений и выполнено ее исследование в рамках теории устойчивости динамических систем. Применение данного подхода возможно в случае, когда исследуемая система может быть адекватно описана системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

В [11] авторы применяют детерминированную и стохастическую модели с целью оценки влияния осадков на лесные ресурсы для определения наличия и устойчивости равновесного состояния системы в зависимости от ее параметров и характеристик случайной составляющей. В [12] авторами предпринята попытка оценки регионального развития экономики в форме системы дифференциальных уравнений. В целом, детерминированные факторные модели в большей степени подходят для технических и физических систем, а поведение сложных социально — экономических си-

стем не всегда адекватно описывают. Авторы в [13] рассматривают возможность применения балансовых моделей для управления потреблением водных ресурсов. Данный подход не позволяет адекватно характеризовать сложные динамические стохастические объекты, поскольку балансовые модели как правило являются статическими детерминированными.

Еще один распространенный подход к управлению природными ресурсами — моделирование с целью минимизации воздействия на окружающую среду. В [14] предпринята попытка оценки результативности мероприятий по восстановлению окружающей природной среды в рамках постановки и решения задачи линейного программирования. Авторы в [15] исследуют вопросы моделирования с целью контроля в сфере истощения запасов природных ресурсов. В работе [16] авторы предложили методику математического моделирования с целью управления отходами и ресурсами с использованием комплексного подхода.

Проведенный обзор имеющихся работ позволил установить, что вопрос управления природно-ресурсным потенциалом разработан недостаточно. Значительная часть отечественных работ являются неактуальными ввиду давности исследования. Серьезных работ, посвященных изучению ПРП Пермского края, выполненных в течение последних 20 лет в ходе проведенного обзора обнаружить не удалось. При этом оперативное планирование при использовании природных богатств органами власти является интересной задачей как с теоретической, так и прикладной точек зрения, поскольку ее решение позволяет обеспечить устойчивое развитие региона. Для управления ПРП на практике необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать математическую модель природно-ресурсного потенциала региона;
2. Осуществить сбор экономико-статистических данные на примере конкретного региона;
3. Выполнить построение разработанной математической модели на примере конкретного региона;
4. Проанализировать возможности лиц, принимающих решения (ЛПР) по противодействию негативным тенденциям неуправляемых факторов, определяющих уровень ПРП, путем варьирования управляемыми факторами на примере конкретного региона.

В качестве объекта исследования выбран ПРП Пермского края, целесообразно оценить влияние изменения управляемых и неуправляемых факторов на его величину и выработать систему рекомендаций по краткосрочному управлению природно-ресурсным потенциалом Пермского края с целью компенсации не-

Таблица 1. Факторы, определяющие природно-ресурсный потенциал Пермского края

№	Обозначение	Наименование
1	$X_1$	Посевные площади сельскохозяйственных культур, тыс. га
2	$X_2$	Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.
3	$X_3$	Инвестиции в основной капитал предприятий, млн. руб.
4	$X_4$	Внесение удобрений минеральные удобрения, тыс. т.
5	$X_5$	Внесение удобрений органические удобрения, тыс. т.
6	$X_6$	Стоимость основных фондов на конец года, млн. руб.
7	$X_7$	Лесовосстановление, тыс. га
8	$X_8$	Число предприятий и организаций на конец года
9	$X_9$	Цена нефти Brent (среднегодовое значение), USD за баррель
10	$X_{10}$	Экспорт продукции ТЭК, млн. USD

гитивных тенденций определяющих его факторов. Для этого необходимо:

- ♦ выполнить краткосрочный прогноз факторов, определяющих ПРП Пермского края (на 1 год);
- ♦ вычислить соответствующее прогнозное значение ПРП Пермского края (центральную точку прогноза);
- ♦ проанализировать факторы, определяющие ПРП Пермского края, и оценить их с точки зрения управляемости;
- ♦ выбрать по два наиболее значимых для региона управляемых и неуправляемых фактора;
- ♦ вычислить абсолютные значения выбранных факторов при их увеличении и уменьшении на 5%;
- ♦ рассчитать значения ПРП при различных комбинациях значений управляемых и неуправляемых факторов, оценить, компенсирует ли положительные изменения управляемых факторов негативные изменения неуправляемых;
- ♦ в случае, если рассмотренные изменения управляемых факторов не позволяют компенсировать изменения неуправляемых, соответствующие значения следует подобрать «вручную»;
- ♦ на основании полученных расчетов разработать рекомендации по управлению ПРП Пермского края для лиц, принимающих решения.

### Основная часть

Изучение имеющейся статистической информации в открытых источниках позволило установить набор показателей, определяющих уровень ПРП Пермского края (таблица 1). В связи с изменением методики расчета показателей системы национальных счетов и введения стандарта СНС 2008, а также исходя из критерия полноты необходимых статистических данных в качестве периода моделирования выбран временной интервал с 2008 по 2018 г.

Ранее было установлено, что для прогнозирования социально-экономических процессов модели с авторегрессионными слагаемыми различных порядков (в частности, конечно-разностные модели 1 и второго порядков, КРМ-1 и КРМ-2) позволяют получить более качественные прогнозы по сравнению с традиционно используемыми линейными множественными моделями (ЛММ) [17]. При этом проведенные исследования показали, что в разные временные промежутки уровень ПРП определяют разные по составу факторы. При этом математические процедуры отбора факторов (анализ матрицы парных коэффициентов корреляции и процедура последовательного отброса факторов из уравнения) не дают удовлетворительного качества моделирования и прогнозирования. Для формирования окончательного набора факторов, определяющих ПРП в период с 2008 по 2018 г. был проведен анализ их экономической сущности с последующим исключением тесно связанных между собой или входящих один в другой в качестве составляющей части. После этого был произведен расчет коэффициентов моделей и прогнозирование на их основе; если качество полученного прогноза уступало ЛММ-прогнозу, то факторы анализировались повторно, выбиралась другая их комбинация и процедура моделирования и прогнозирования повторялась. Процедура повторялась до получения совокупности факторов, обеспечивающих удовлетворительное качество прогноза. Полученные в результате описанной процедуры уравнения КРМ-1 и КРМ-2 имеют вид соответственно

$$Y_{KPM-1}(t_k) = -2,679 + 0,686 \cdot Y_{KPM-1}(t_{k-1}) + 4,594 \cdot X_1(t_k) - 2,894 \cdot X_2(t_k) + 2,095 \cdot X_6(t_k) - 1,876 \cdot X_7(t_k) + 2,532 \cdot X_8(t_k) + 3,009 \cdot X_9(t_k) + 0,291 \cdot X_{10}(t_k) \quad (1)$$

и

$$Y_{KPM-2}(t_k) = -3,086 + 0,871 \cdot Y_{KPM-2}(t_{k-1}) + 0,129 \cdot Y_{KPM-2}(t_{k-2}) + 5,561 \cdot X_1(t_k) - 3,678 \cdot X_2(t_k) + 2,098 \cdot X_6(t_k) - 2,318 \cdot X_7(t_k) + 2,998 \cdot X_8(t_k) + 3,696 \cdot X_9(t_k) + 0,270 \cdot X_{10}(t_k) \quad (2)$$

Таблица 2. Расчет центральных точек прогноза для моделей КРМ-1 и КРМ-2

№	Фактор	Метод прогноза	Прогнозна 2019 г. ( $t_k=12$ )
1	$X_1$	$TR_{cp}=1,010$	0,188
2	$X_2$	$X_2(t_k) = -0,1026 \cdot t_k + 1,1724, t_k=12$	-0,161
3	$X_6$	$OC_{KП}(2018) + OC_{Пост}(2019) - \overline{OC_{ВЫБ}}$	1,033
4	$X_7$	$X_7(t_k) = 0,0823 \cdot t_k - 0,0673, t_k=12$	0,920
5	$X_8$	$TR_{cp}=0,982$	0,240
6	$X_9$	$TR_{cp}=0,963$	0,382
7	$X_{10}$	$TR_{cp}=0,931$	0,410
8	$Y_{KPM-1}(t_k=12)$	в соответствии с уравнением (1)	1,332
9	$Y_{KPM-2}(t_k=12)$	в соответствии с уравнением (2)	2,376

Для построения краткосрочного прогноза ПРП на 2019 год в соответствии с полученными уравнениями (1) и (2) необходимы соответствующие прогнозные значения факторов. Исследование показало, что большая часть из них не имеет ярко выраженного тренда, а значит, не может быть спрогнозировано на его основании. Для таких факторов был рассчитан средний темп роста за период с 2013 по 2018 гг. и выполнен прогноз в соответствии с полученными значениями (таблица 2). Расчет прогнозного значения для фактора  $X_6$  (стоимость основных фондов на конец года) выполним исходя из следующих соображений. Очевидно, что  $OC_{KП}(t_k) = OC_{НП}(t_k) + OC_{Пост}(t_k) - OC_{ВЫБ}(t_k)$ , откуда  $OC_{ВЫБ}(t_k) = OC_{НП}(t_k) + OC_{Пост}(t_k) - OC_{KП}(t_k)$ . Тогда среднюю стоимость ежегодно выбывающих объектов основных средств за период с 2008 по 2018 гг. можно рассчитать как

$$\overline{OC_{ВЫБ}} = \frac{1}{11} \times (OC_{НП}(2008) +$$

$$OC_{Пост}(2008) - OC_{KП}(2008) + OC_{НП}(2009) + OC_{Пост}(2009) - OC_{KП}(2009) + OC_{НП}(2010) + OC_{Пост}(2010) - OC_{KП}(2010) + \dots + OC_{НП}(2018) + OC_{Пост}(2018) - OC_{KП}(2018)).$$

С учетом того, что суммарная стоимость основных средств на начало периода  $OC_{НП}(t_k)$  равна суммарной стоимости основных средств на конец предшествующего периода  $OC_{KП}(t_{k-1})$ , т.е.  $OC_{НП}(2009) = OC_{KП}(2008)$ , полученное выражение можно переписать как

$$\overline{OC_{ВЫБ}} = \frac{1}{11} \times (OC_{KП}(2007) + OC_{Пост}(2008) -$$

$$OC_{KП}(2008) + OC_{KП}(2008) + OC_{Пост}(2009) - OC_{KП}(2009) + OC_{KП}(2009) + OC_{Пост}(2010) - OC_{KП}(2010) + \dots + OC_{KП}(2017) + OC_{Пост}(2018) - OC_{KП}(2018)) = (OC_{KП}(2007) + OC_{Пост}(2008) + OC_{Пост}(2009) + OC_{Пост}(2010) + \dots + OC_{Пост}(2018) - OC_{KП}(2018)) / 11,$$

откуда окончательно получим

$$\overline{OC_{ВЫБ}} = \frac{1}{11} \cdot \left( OC_{KП}(2007) - OC_{KП}(2018) + \sum_{t_k=2008}^{2018} OC_{Пост}(t_k) \right) \approx$$

198847,1 млн. руб.

Анализ динамики ежегодных инвестиций в объекты основных средств  $X_3(t_k) = OC_{Пост}(t_k)$  в период с 2008 по 2018 гг. на территории Пермского края позволил установить их линейную тенденцию вида  $X_3(t_k) = 12530 \cdot t_k + 116577$  с надежностью 85,96%. Тогда  $X_3(2019) = OC_{Пост}(2019) = 12530 \cdot 12 + 116577 = 266937$  млн. руб.

Тогда расчетное значение стоимости объектов основных средств на конец 2019 г. составит

$$OC_{KП}(2019) \approx OC_{НП}(2019) + OC_{Пост}(2019) - \overline{OC_{ВЫБ}} = OC_{KП}(2018) + OC_{Пост}(2019) - \overline{OC_{ВЫБ}} = 3576306 + 266937 - 198847,1 = 3644395,9 \text{ млн. руб.}$$

Выполним нормирование полученного значения:

$$\frac{OC_{KП}(2019) - \min_{t_k=2008,2018} \{OC_{KП}(t_k)\}}{\max_{t_k=2008,2018} \{OC_{KП}(t_k)\} - \min_{t_k=2008,2018} \{OC_{KП}(t_k)\}} \approx 1,033.$$

На основании полученных значений факторов были рассчитаны центральные точки прогноза — значения ПРП Пермского края в соответствии с уравнениями (1) и (2) при  $t_k=12$ ,  $Y_{KPM-1}(t_k=12)$  и  $Y_{KPM-2}(t_k=12)$  (таблица 2).

Возможность управления факторами, определяющими ПРП, может быть установлена на основании их качественного анализа. Так, к управляемым факторам можно отнести:

- ♦  $X_1$  – посевные площади сельскохозяйственных культур, тыс. га;
- ♦  $X_3$  – инвестиции в основной капитал предприятий, млн. руб.;
- ♦  $X_4$  – внесение удобрений минеральные удобрения, тыс. т.;

Таблица 3. Изменение уровней определяющих ПРП факторов на 5%

Фактор	$X_{-5\%}$	$X$	$X_{+5\%}$
$X_1$	0,1767	0,1860	0,1953
$X_2$	-0,0559	-0,0588	-0,0617
$X_6$ (в размере $X_3$ )	1,0264	1,0328	1,0399
$X_9$	0,3632	0,3824	0,4015

Таблица 4. Абсолютные и относительные КРМ прогнозы ПРП при малых изменениях неуправляемых факторов

	КРМ-1			КРМ-2		
	$X_{2-5\%}$	$X_2$	$X_{2+5\%}$	$X_{2-5\%}$	$X_2$	$X_{2+5\%}$
$X_{9-5\%}$	1,266 (-4,956%)	1,275 (-4,317%)	1,283 (-3,679%)	2,294 (-3,429%)	2,305 (-2,974%)	2,316 (-2,519%)
$X_9$	1,324 (-0,639%)	1,332 (0,0%)	1,341 (0,639%)	2,365 (-0,455%)	2,376 (0,0%)	2,387 (0,455%)
$X_{9+5\%}$	1,381 (3,679%)	1,390 (4,317%)	1,398 (4,956%)	2,436 (2,519%)	2,446 (2,974%)	2,457 (3,429%)

- ◆  $X_5$  — внесение удобрений органические удобрения, тыс. т;
- ◆  $X_7$  — лесовосстановление, тыс. га.

К неуправляемым факторам относятся:

- ◆  $X_2$  — среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.;
- ◆  $X_6$  — стоимость основных фондов на конец года, млн. руб.;
- ◆  $X_8$  — число предприятий и организаций на конец года;
- ◆  $X_9$  — цена нефти Brent (среднегодовое значение), USD за баррель;
- ◆  $X_{10}$  — экспорт продукции ТЭК, млн. USD.

При этом, как отмечалось ранее,  $X_6(t_k) = X_6(t_{k-1}) + X_3(t_k) - OC$  выбыло за период, тогда  $X_6$  можно считать управляемым в сумме  $X_3$ . Тогда управляемыми факторами в (1) и (2) будут  $X_1, X_6$  в сумме  $X_3, X_7$ ; неуправляемые факторы в (1) и (2) —  $X_2, X_8, X_9, X_{10}$ . Возможность оперативного управления размерами посевных площадей ( $X_1$ ) определяется активно реализуемыми программами поддержки сельхозпроизводителей на территории Пермского края в рамках реализации стратегии импортозамещения. Наиболее естественным с точки зрения управления является фактор инвестиций в основной капитал ( $X_3$ ); поскольку он не входит в модели (1) и (2) явно, а лишь в составе  $X_6$ , то целесообразно выбрать в качестве управляющего фактора  $X_3$  в составе  $X_6$ . Фактор лесовосстановления ( $X_7$ ) является одним из важнейших для целей обеспечения устойчивого развития

региона [18], данный вид деятельности в Пермском крае активно реализуется на практике, однако эффект от него не может быть получен в краткосрочной перспективе. Таким образом, в качестве управляемых факторов выбраны  $X_1$  и  $X_3$  в составе  $X_6$ .

Наиболее значимыми неуправляемыми факторами являются:  $X_2$  — среднегодовая численность занятых в экономике и  $X_9$  — цена нефти Brent. Показатель численности занятых в большей степени определяется экономической конъюнктурой и социальной ответственностью бизнеса, и в меньшей степени — политикой региональных властей, соответственно, управление им затруднительно. Стоимость нефти определяется взаимодействием мирового спроса и предложения, на ее уровень до определенной степени могут повлиять федеральные, но не региональные власти.

Для оценки влияния изменения факторов на уровень ПРП рассчитаем увеличение и уменьшение прогнозных значений выбранных управляемых и неуправляемых факторов на 5% (таблица 3).

Их наличие позволяет определить соответствующие уровни ПРП по каждому из уравнений (1) и (2) (таблицы 4 и 5).

Поскольку положительной динамикой ПРП является рост, то наихудший сценарий из рассмотренных соответствует снижению обоих неуправляемых факторов на 5%, т.е.

Таблица 5. КРМ прогнозы ПРП при малых изменениях управляемых факторов

	КРМ-1 1 год			КРМ-2 1 год		
	$X_6$ ( $X_3-5\%$ )	$X_6$ ( $X_3=const$ )	$X_6$ ( $X_3+5\%$ )	$X_6$ ( $X_3-5\%$ )	$X_6$ ( $X_3=const$ )	$X_6$ ( $X_3+5\%$ )
$X_I-5\%$	1,276 (-4,217%)	1,290 (-3,206%)	1,305 (-2,194%)	2,311 (-2,745%)	2,324 (-2,176%)	2,338 (-1,608%)
$X_I$	1,319 (-1,012%)	1,332 (0,0%)	1,347 (1,012%)	2,362 (-0,568%)	2,376 (0,0%)	2,389 (0,568%)
$X_I+5\%$	1,362 (2,194%)	1,375 (3,206%)	1,390 (4,217%)	2,414 (1,608%)	2,427 (2,176%)	2,441 (2,745%)

Таблица 6. Зависимость значения  $\Delta Y_{КРМ-1}$  и  $\Delta Y_{КРМ-2}$  от темпа роста  $X_3$

Темп роста $X_3$	1,050	1,060	1,070	1,080	1,086	1,090	1,100	1,110	1,120
$\Delta Y_{КРМ-1}$	0,010	0,007	0,004	0,002	0,000	-0,001	-0,004	-0,006	-0,009
Темп роста $X_3$	1,050	1,060	1,070	1,080	1,090	1,100	1,110	1,120	1,130
$\Delta Y_{КРМ-2}$	0,016	0,014	0,011	0,008	0,050	0,003	0,000	-0,003	-0,005

$Y_{КРМ-1}(t_k=12, X_2-5\%, X_9-5\%)=1,266$ ,  $Y_{КРМ-2}(t_k=12, X_2-5\%, X_9-5\%)=2,294$ . Тогда снижение уровня ПРП относительно его центральной точки прогноза составит

$$\Delta Y_{КРМ-1}^{неупр} = 1,266 - 1,322 = -0,066,$$

$$\Delta Y_{КРМ-2}^{неупр} = 2,294 - 2,376 = -0,081.$$

Поскольку положительной динамикой ПРП является рост, то наилучший сценарий из рассмотренных соответствует росту обоих управляемых факторов на 5%, т.е.  $Y_{КРМ-1}(t_k=12, X_I+5\%, X_6(X_3+5\%))=1,390$ ,  $Y_{КРМ-2}(t_k=12, X_I+5\%, X_6(X_3+5\%))=2,441$ . Тогда увеличение уровня ПРП относительно его центральной точки прогноза составит

$$\Delta Y_{КРМ-1}^{упр} = 1,390 - 1,322 = 0,068,$$

$$\Delta Y_{КРМ-2}^{упр} = 2,441 - 2,376 = 0,065.$$

Очевидно, что отрицательная динамика ПРП в результате снижения неконтролируемых факторов не компенсируется его положительной динамикой в результате роста контролируемых факторов. Понятно, что в результате изменения  $X_3$  на 5%  $X_6$  меняется менее чем на 5%. В связи с этим необходимо рассчитать, как должен измениться  $X_3$ , чтобы обеспечить нужную положительную динамику ПРП, т.е. чтобы величина

$$\Delta Y_{КРМ-1} = \Delta Y_{КРМ-1}^{упр} + \Delta Y_{КРМ-1}^{неупр} = 0 \text{ и}$$

$$\Delta Y_{КРМ-2} = \Delta Y_{КРМ-2}^{упр} + \Delta Y_{КРМ-2}^{неупр} = 0 \text{ (таблица 6).}$$

Таким образом, для компенсации величины  $\Delta Y_{КРМ-1}^{неупр}$  соответствующим значением  $\Delta Y_{КРМ-1}^{упр}$  необходимо увеличение суммы годовых инвестиций в основной капитал на 8,6%; для компенсации величины  $\Delta Y_{КРМ-2}^{неупр}$  соответствующим значением  $\Delta Y_{КРМ-2}^{упр}$  необходимо увеличение суммы годовых инвестиций в основной капитал на 11,0% при увеличении площади посевных площадей на 5%.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Отрицательной динамикой неуправляемых факторов  $X_2$  (среднегодовая численность занятых в экономике) и  $X_9$  (цена нефти Brent) является снижение. При уменьшении факторов на 5% происходит уменьшение ПРП на 4,956% для КРМ-1 и на 3,429% для КРМ-2.
2. Положительной динамикой управляемых факторов  $X_I$  (размеры посевных площадей) и  $X_3$  в составе  $X_6$  (инвестиций в основной капитал в составе стоимости основных фондов на конец года) является рост. При увеличении факторов на 5% происходит рост ПРП на 4,217% для КРМ-1 и на 2,745% для КРМ-2.
3. Прирост ПРП в результате положительного изменения управляемых факторов  $X_I$  и  $X_3$  в составе  $X_6$  на 5% не компенсирует его снижение в результа-

те негативного изменения неуправляемых факторов  $X_2$  и  $X_9$  на 5%.

4. Поскольку обеспечить увеличение посевных площадей быстрыми темпами в краткосрочном периоде затруднительно и требует существенных затрат различных ресурсов, целесообразно добиваться нужных темпов положительной динамики ПРП посредством управления суммой годовых инвестиций в объекты основных средств, т.е.  $X_3$  в составе  $X_6$ .
5. Для обеспечения  $\Delta Y_{\text{КРМ}-1} = 0$  достаточно обеспечить прирост годовых инвестиций в основной капитал в размере 8,6%; для обеспечения  $\Delta Y_{\text{КРМ}-2} = 0$  достаточно обеспечить прирост годовых инвестиций в основной капитал в размере 11,0%. Соответствующие суммы в абсолютном выражении составляют 24,024 и 29,363 млрд. руб.

Таким образом, ЛПР на уровне краевых органов власти для противодействия негативным тенденци-

ям неуправляемых факторов, определяющих уровень ПРП, можно порекомендовать стимулировать инвестиционную активность региональных хозяйствующих субъектов. Поскольку по официальным данным [19] совокупные сборы налога на прибыль в 2019 г. составили порядка 60 млрд. руб., то оставшаяся в распоряжении предприятий сумма чистой прибыли составляет порядка 300 млрд. руб., т.е. ее достаточно для инвестиционной деятельности в требуемых объемах. Кроме того, краевые власти могут возместить соответствующие затраты предприятиям, активно реализующим инвестиционные проекты, в виде льгот по налогу на прибыль. Несмотря на некоторое сокращение доходной части регионального бюджета в краткосрочной перспективе, инвестиционная активность будет способствовать не только росту ПРП, но и экономики в целом, в частности, увеличению занятости населения, росту ВРП, строительства, машиностроения. Это позволяет заключить, что ЛПР могут обеспечить устойчивое развитие ПРП региона даже в неблагоприятных внешних и внутренних условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Redmond T., Nasir M.A. Role of natural resource abundance, international trade and financial development in the economic development of selected countries // *Resources Policy* — 2020 — Volume 66. — P. 65–78.
2. Buur L., Pedersen R., Nystrand M., Macuane J., Jacob T. The politics of natural resource investments and rights in Africa: A theoretical approach // *The Extractive Industries and Society*. — 2020. — Volume 7. — P. 918–930.
3. Ходиев Д.А., Хофизов Ф.А. Моделирование и прогнозирование привлечения инвестиций для освоения природно-ресурсного потенциала региона // *Вестник Таджикского национального университета*. — 2018. — № 6. — С. 30–36.
4. Hussain J., Zhou K, Guo S., Khan A. Investment risk and natural resource potential in “Belt & Road Initiative” countries: A multi-criteria decision-making approach // *Science of The Total Environment*. — 2020. — Volume 723. 137981.
5. Kumar N., Yamaç S.S., Velmurugan A., Applications of Remote Sensing and GIS in Natural Resource Management // *Journal of the Andaman Science Association*. — 2015. — Volume 20(1). — P.1–6.
6. Красильников П.А. Геоинформационное обеспечение экономической оценки природно-ресурсного потенциала территорий Пермского края // *Экономика региона*. — 2009. — № 1. — С. 143–151.
7. Горячев А.А. Моделирование добычи в мировых и региональных оптимизационных газовых моделях // *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. — 2015. — № 6. — С. 51–58.
8. Кузнецов Ю.А., Семенов А.В., Власова М.Н. Математическое моделирование оптимального использования невозобновимых природных ресурсов // *Экономический анализ: теория и практика*. — 2012. — № 32. — С. 45–57.
9. Li M., Fu Q., Singh P.V., Liu D., Li T. Managing agricultural water and land resources with tradeoff between economic, environmental, and social considerations: A multi-objective non-linear optimization model under uncertainty // *Agricultural systems*. — 2020. — Volume 178. — 102685.
10. Biswas M.H., Hossain M.R., Mondal M.K. Mathematical Modeling Applied to Sustainable Management of Marine Resources // *Procedia Engineering*. — 2017. — Volume 194. — P.337–344.
11. Lata K., Misra A.K. The influence of forestry resources on rainfall: A deterministic and stochastic model // *Applied Mathematical Modelling*, 2020. — Volume 81. — P. 673–689.
12. Курышев Н.И. Модель и способ оценки эколого-экономического состояния регионов // *Вестник кибернетики*. — 2005. — № 4. — С. 149–158.
13. Кудрявцева О.В. Математические модели анализа потребления природных ресурсов // *Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика*. — 2007. — № 3. — С. 67–87.
14. Бурцев С.В. Экономико-математическая модель оценки эффективности мероприятий по восстановлению окружающей природной среды закрываемых угольных предприятий // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. — 2012. — № 1. — С. 357–359.
15. Потравный И.М., Новоселова А.Л., Алныкина Е.М. Модели истощения природных ресурсов и оценки прошлого ущерба от загрязнения окружающей среды // *Плехановский научный бюллетень*. — 2015. — № 2. — С. 53–78.
16. Соловьева Н.В., Худошина М.Ю. Комплексный подход к моделированию управления ресурсами и отходами в системе «природа-техносфера» с целью минимизации воздействия на окружающую среду // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2012. — № 2. — С. 33–40.



17. Сиротина Н.А., Копотева А.В., Затонский А.В. Оценка вклада горнодобывающей отрасли в природно-ресурсный потенциал региона // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2020. — № 8. — С. 163–178.
18. Лесной план Пермского края на 2018–2027 годы. [https://priroda.permkrai.ru/timberrow/les\\_plan/](https://priroda.permkrai.ru/timberrow/les_plan/) (дата обращения 25.04.2021)
19. <https://www.permkrai.ru/news/minfin-prikamya-byudzhet-2019-goda-profitsitnyy/>

© Сиротина Наталья Александровна (nsirotna117@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Березники

# АЛГОРИТМ СКРЫТНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ НА ОСНОВЕ ХАОТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ КОДОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ<sup>1</sup>

**Студеникин Андрей Владимирович**

Инженер-исследователь, ФГАОУ ВО

«Северо-Кавказский федеральный университет»  
(г. Ставрополь)

studentstavropol@mail.ru

**ALGORITHM OF COVERT INFORMATION  
EXCHANGE IN INFORMATION  
TRANSMISSION SYSTEMS WITH  
CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS  
BASED ON CHAOTIC APPLICATION  
OF ORTHOGONAL CODE SEQUENCES**

**A. Studenikin A.V.**

*Summary.* An algorithm of covert information exchange in information transmission systems with code channel separation based on the chaotic use of multiphase orthogonal code sequences ensembles is presented. The algorithm is implemented on the basis of seven stages and allows to increase the security of information exchange based on structural secrecy. The results of the comparison show that the use of an increased number of ensembles of multiphase orthogonal code sequences represented by the eigenvectors of Hermitian matrices increases the structural secrecy of information transmission systems with code channel separation.

*Keywords:* cognitive radio, information transmission systems with code division multiple access, ensembles of multiphase orthogonal code sequences, eigenvectors of Hermitian matrices, security, structural secrecy.

*Аннотация.* Представлен алгоритм скрытного информационного обмена в системах передачи информации с кодовым разделением каналов на основе хаотического применения ансамблей многофазных ортогональных кодовых последовательностей. Алгоритм реализуется на основе семи основных этапов и позволяет повысить защищённость информационного обмена на основе структурной секретности. Результаты сравнения показывают, что использование увеличенного количества ансамблей многофазных ортогональных кодовых последовательностей, представляемых собственными векторами эрмитовых матриц, повышает структурную секретность систем передачи информации с кодовым разделением каналов.

*Ключевые слова:* когнитивное радио, системы передачи информации с кодовым разделением каналов, ансамбли многофазных ортогональных кодовых последовательностей, собственные векторы эрмитовых матриц, защищённость, структурная секретность.

## Введение

**П**ри создании современных беспроводных радиосетей возникают следующие проблемы, требующие решения: нехватка радиочастотного диапазона (спектра), обеспечение электромагнитной совместимости беспроводных систем, организация эффективного управления сетью и её элементами, обеспечение качественных показателей при передаче информации.

Вариантом решения данных проблем является применение систем когнитивного радио (cognitive radio, CR), которые должны работать, не создавая помех и не требуя защиты от других радиоэлектронных средств [1]. Система когнитивного радио производит мониторинг радиоэфира в режиме реального времени и обнаруживает неиспользуемые участки спектра с целью их возможного задействования для передачи информации. Для реализации возложенных на системы

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (Грант ИБ) в рамках научного проекта № 29/2020

когнитивного радио функций, она, как правило, реализует когнитивный цикл, включающий в себя следующие этапы: мониторинг условий работы, сканирование частотного диапазона, установление соединения и обмен информацией между узлами.

К наиболее приемлемым технологиям физического уровня систем когнитивного радио следующие: модуляция на основе синтезированного банка фильтров FBMC, OFDM с дополнительной фильтрацией (f-OFDM), обобщенное мультиплексирование с частотным разделением (GFDM) и мультиплексирование с частотным разделением и универсальной фильтрацией (UFMC). Вместе с тем к настоящему времени достаточно полно проработан вопрос применения в беспроводных радиосетях технологий радиодоступа на основе кодового разделения каналов (CDMA — Code Division Multiple Access) IS-95, cdmaOne, CDMA2000 и W-CDMA, которая имеет преимущества по сравнению с другими технологиями по помехоустойчивости, эффективности использования радиочастотного спектра, скрытности и другим показателям.

Анализ ряда работ по данной теме показал, что внедрение новых систем когнитивного радио создает новые угрозы безопасности информации, которые появляются в связи с концепцией динамического доступа к спектру, а также потребностями аутентификации элементов системы когнитивного радио [2]. По этой причине решение вопросов защиты информации в системах когнитивного радио имеет актуальное значение.

Анализ существующих направлений повышения защищенности систем связи (СС) с кодовым разделением каналов (КРК) на основе структурной скрытности позволяет выделить следующие направления решения данной задачи.

Первое направление основано на автоматической смене известных структур ансамблей дискретных ортогональных сигналов (АДОС). Для реализации данного подхода повышения структурной скрытности используют такие ортогональные ансамбли как Уолша, OVSF, Стиффлера, Рида-Мюллера, Джеффи, Велти, D-коды, Адамара, Радемахера, Хаара, коды Голда и др. [3–13].

Второе направление повышения структурной скрытности СС с КРК заключается в использовании в качестве расширяющих нелинейных псевдослучайных последовательностей ПСП [14].

Третье направление повышения защищенности СС с КРК на основе структурной скрытности, заключается в использовании ансамблей дискретных ортогональных последовательностей (АДОП), получаемых на основе векторного синтеза [3, 7–9, 15]. Данный подход

к формированию АДОП является линейным и представляет собой расчет программным методом собственных векторов бидиагональной симметрической матрицы.

Четвертое направление основано на использовании функциональных преобразований псевдослучайных аргументов для синтеза и последующего хаотического использования систем дискретных квазиортогональных кодовых последовательностей (СДККП) в системах глобальной спутниковой навигации [16], которое обеспечивает повышение структурной скрытности последних.

Пятое направление основано на использовании последовательностей де Брейна со сменой формы последовательности в процессе передачи сообщения от одного информационного символа к другому для реализации процедуры засекречивания с одновременным повышением уровня скрытности передачи СС с КРК [17].

Не смотря на разнообразие известных подходов повышения защищенности СС с КРК на основе структурной скрытности, они имеют существенные обобщенные недостатки, которые заключаются в следующем:

1. ограниченность количества используемых структур ансамблей (систем) ортогональных и квазиортогональных кодовых последовательностей в требуемом диапазоне размерностей;
2. несовершенство алгоритмов формирования ансамблей ортогональных кодовых последовательностей различных размерностей;
3. наличие у ансамблей ортогональных кодовых последовательностей сигналов с неудовлетворительными корреляционными характеристиками, ограничивающими их практическое использование;
4. использование ансамблей многоуровневых ортогональных кодовых последовательностей сигналов возможно только в каналах связи с низким уровнем помех, которые в технике беспроводной связи практически отсутствуют.

С учетом выявленных недостатков известных подходов повышения защищенности СС с КРК на основе структурной скрытности можно сделать вывод об их ограниченности и необходимости поиска усовершенствованного способа повышения защищенности СС с КРК на основе структурной скрытности.

Целью статьи является повышение защищенности информации в системах связи с кодовым разделением каналов на основе хаотического применения ансамблей многофазных ортогональных кодовых последовательностей.

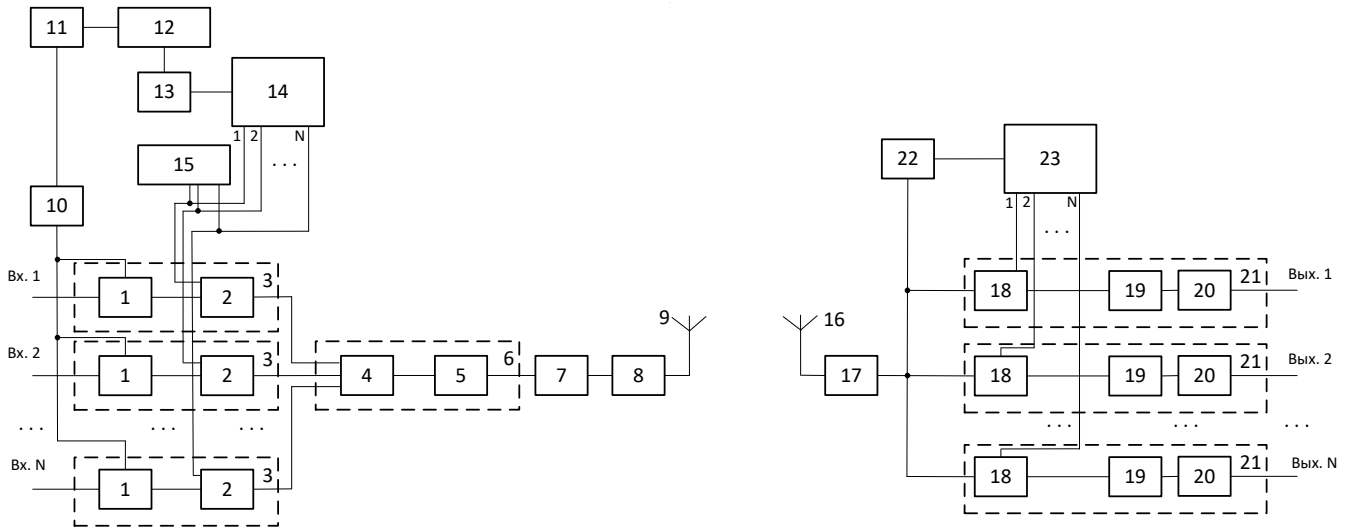


Рис. 1. Структура защищённой системы связи с кодовым разделением каналов

Задачей статьи является разработка алгоритма скрытого информационного обмена в СС с КРК на основе хаотического применения АМОКП.

**Объекты и методы исследования**

Анализ работ [6, 18–22] показывает, что наибольший показатель структурной скрытности рассматриваемых систем связи может обеспечить хаотическое применение ансамблей многофазных ортогональных кодовых последовательностей (АМОКП), получаемых на основе векторного синтеза при рассмотрении собственных векторов эрмитовых матриц (ЭМ). В этом случае возможно получение множества АМОКП, имеющего достаточное количество их реализаций для стохастического использования в СС с КРК различных размерностей, обладающих приемлемыми для использования корреляционными характеристиками.

Вопросы разработки универсального формирователя АМОКП и алгоритма его работы рассмотрены в [18]. Достоинствами предложенного подхода является то, что он, во-первых, позволяет на единой алгоритмической основе осуществлять генерацию АМОКП различных размерностей, а, во-вторых, количество генерируемых последовательностей имеет наибольшее значение, по сравнению с известными устройствами и алгоритмами.

По мнению автора, разработку алгоритма скрытно-го информационного обмена в СС с КРК на основе хаотического применения АМОКП, целесообразно решать на основе описанного в [23, 24] алгоритма и программы синтеза АМОКП, а также представленного в [18] метода их формирования.

Разработаем структуру защищённой СС с КРК и алгоритм скрытого информационного обмена на основе хаотического применения ансамблей многофазных ортогональных кодовых последовательностей. Структура защищённой СС с КРК представлена на рисунке 1.

На рисунке 1 используются следующие обозначения. На передающей стороне: 1 — запоминающие устройства, 2 — модуляторы каналов, 3 — каналы передачи информации, 4 — объединитель входов, 5 — модулятор блока формирования группового сигнала, 6 — блок формирования группового сигнала, 7 — блок фазовой модуляции, 8 — усилитель мощности, 9 — передающая антенна, 10 — блок синхронизации, 11 — генератор случайных чисел, 12 — формирователь эрмитовой матрицы, 14 — блок формирования хаотических ансамблей ортогональных кодовых последовательностей, 15 — запоминающее устройство. На приемной стороне: 16 — приемная антенна, 17 — блок высокочастотной селекции, 18 — блоки корреляционной обработки, 19 — блоки выделения информации, 20 — блоки приема информации, 21 — каналы приема информации, 22 — блок обнаружения сигнала синхронизации, 23 — блок хранения данных.

Алгоритм скрытого информационного обмена в СС с КРК на основе хаотического применения АМОКП на примере рисунка 1 реализуется следующим образом.

1. На первом этапе с помощью вспомогательного синхронизирующего сложного сигнала передающая аппаратура и приемная аппаратура СС с КРК вводится в цикловую фазу.
2. На втором этапе посредством манипуляции вспомогательного сигнала синхронизации на каждый

Таблица 1. Результаты расчетов количества возможных структур уникальных ансамблей последовательностей, полученных различными методами

Размерность последовательностей, $N$	Количество уникальных АМОКП	Количество последовательностей де Брейна	ПСХП-1	ПСХП-2	ПСХП-3
4	287.2	1	4	4	1
8	$4.595 \cdot 10^3$	2	10	9	3
16	$1.176 \cdot 10^6$	12	25	18	11
32	$7.709 \cdot 10^{10}$	288	57	36	36
64	$3.311 \cdot 10^{20}$	34560	132	73	118

канал передается служебная информация (единичный начальный блок для всех абонентских станций). После выполнения указанной процедуры устанавливается синхронизм между передающей и приемной частью СС с КРК.

3. На третьем этапе начинается одновременная передача всем абонентам цифровой информации, при этом каждому биту информации фиксированного канала ставится в соответствие многофазный сигнал, структура которого зависит от значений диагональных коэффициентов ЭМ, используемых в качестве исходных данных для формирования АМОКП в универсальном формирователе, рассмотренном выше.
4. На четвертом этапе после передачи очередного информационного бита на передающей и приемной стороне производится синхронная смена диагональных коэффициентов ЭМ, поступающих от идентичных генераторов псевдослучайных чисел, расположенных на приемной и передающей стороне, на основе которых происходит расчет АМОКП, описываемых СВ ЭМ. При этом сигнал, используемый на приемной стороне для корреляционной обработки, будет иметь структуру, совпадающую с сигналом, формируемым на передающей стороне, и, следовательно, может быть использован для обработки информационного потока, адресованного получателю цифровой информации.
5. На пятом этапе производится следующая синхронная смена диагональных коэффициентов ЭМ, поступающих от идентичных генераторов псевдослучайных чисел, расположенных на приемной и передающей стороне, на основе которых происходит расчет АМОКП и повторение процесса передачи очередного информационного бита с помощью АМОКП новой структуры.
6. На шестом этапе с целью исключения повтора использования одного и того же АМОКП осуществляется проверка сформированных на предыдущих этапах ансамблей и используемого в данный момент времени. Если в результате сравнения есть отличия между использованными ранее

и новым АМОКП, то он разрешается к использованию, в противном случае использование ранее применявшегося АМОКП блокируется. После чего на передающей и приемной стороне производится синхронная смена коэффициентов ЭМ, поступающих от идентичных генераторов псевдослучайных чисел, и повторяется процесс формирования новых АМОКП, предназначенных для передачи последующих информационных символов.

7. На последующих этапах повторяются действия, описанные для 1–6 этапов алгоритма, до тех пор, пока процесс передачи информации не будет завершен, или нарушен по внешним или внутренним причинам. Возобновление работы СС с КРК осуществляется с выполнения действий, предусмотренных первым этапом описанного алгоритма.

### Результаты и обсуждение

Для расчета количества возможных структур ортогональных кодовых последовательностей для матриц четвертого, восьмого, шестнадцатого, тридцать второго и шестьдесят четвертого порядка выведем формулу, в которой будут учитываться следующие параметры:

- ♦  $N$  — порядок ЭМ с учетом количества коэффициентов в ЭМ  $N-I$ ;
- ♦ значение используемого диапазона градусов —  $\Delta\varphi$ ;
- ♦ разрешающая способность детектора —  $\Delta$ .

Тогда формула для расчета количества возможных структур ортогональных последовательностей  $C$  с учетом выше перечисленных параметров примет вид

$$C = 2^{N-1} \cdot \frac{\Delta\varphi}{\Delta} \quad (1)$$

Результаты расчетов количества возможных структур ортогональных последовательностей при изменении значений аргументов на  $\Delta = 10^\circ$  (разрешающей способности фазового детектора) представлены в таблице 1. Также в таблице 1 для сравнения представлены

результаты расчетов количества уникальных последовательностей де Брейна и трех видов псевдослучайных хаотических последовательностей (ПСХП), описанных в [14, 17, 25].

Результаты сравнения показывают, что количество АМОКП, получаемых на основе СВ ЭМ, существенно превышает количество последовательностей, получаемых на основе словарей де Брейна, а также количество псевдослучайных хаотических последовательностей ПСХП-1, ПСХП-2, ПСХП-3. Увеличенное по сравнению с известными количество неповторяющихся структур АМОКП позволяет в течение большего промежутка времени осуществить их стохастическое применение без повторного использования в СС с КРК.

### Заключение

Внедрение новых систем когнитивного радио создает новые угрозы безопасности информации, которые появляются в связи с концепцией динамического доступа к спектру, а также потребностями аутентификации элементов системы когнитивного радио.

Не смотря на разнообразие известных подходов повышения защищенности систем связи СС с КРК на основе структурной скрытности, они имеют существенные недостатки, основным из которых является низкая структурная скрытность. Наибольший показатель структурной скрытности СС с КРК может обеспечить хаотическое применение ансамблей многофазных ортогональных кодовых последовательностей, получаемых на основе векторного синтеза при рассмотрении собственных векторов эрмитовых матриц.

Алгоритм скрытного информационного обмена в СС с КРК на основе хаотического применения АМОКП реализуется на основе семи основных этапов и позволяет повысить защищенность информационного обмена на основе структурной скрытности.

Результаты сравнения показывают, что количество АМОКП, представляемых собственными векторами эрмитовых матриц, существенно превышает количество последовательностей, получаемых на основе словарей де Брейна, а также количество псевдослучайных хаотических последовательностей ПСХП-1, ПСХП-2, ПСХП-3.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Тихвинский В.О. Динамическое управление радиочастотным ресурсом сетей 5G для различных видов доступа к РЧС // Электросвязь. № 7. 2019. С. 18–22.
2. Ермакова А.В., Бабенко К.А., Мирошникова Н.Е. Текущее состояние и перспективы развития сети 5G // Телекоммуникации и информационные технологии. 2021. Т. 8. № 1. С. 21–28.
3. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. — М.: Радио и связь, 1985. — 384 с.
4. Варакин Л.Е. Теория сложных сигналов. — М.: Советское радио, 1978. — 199 с.
5. Дядюнов Н.Г., Сенин А.И. Ортогональные и квазиортогональные сигналы. — М.: Связь, 1977. — 224 с.
6. Литюк В.И., Литюк Л.В. Методы цифровой многопроцессорной обработки ансамблей радиосигналов. — М.: Солон-Пресс, 2007. — 592 с.
7. Попенко В.С. Векторный синтез ансамблей ортогональных сигналов. Часть 2. — Ставрополь: МО РФ, 1993. — 131 с.
8. Попенко В.С., Турко С.А. Генератор функций Попенко-Турко // Патент на изобретение SU1753464 A1, опубли. 06.03.1990. — URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23014440> (дата обращения 27.09.2021).
9. Попенко В.С. Оценка ширины спектра дискретных сигналов // Радиотехника. 1996. № 11. С. 57–59.
10. Системы широкополосной радиосвязи: учеб. пособие для студ. вузов. — Одесса: Наука и техника, 2009. — 344 с.
11. Goel S, Chen V Information security risk analysis — a matrix-based approach. Proceedings of the Information Resource Management Association (IRMA) International Conference. — Hershey, USA, 2005. — 9 p.
12. Golomb S. Digital communications with space applications. — Upper Saddle River NJ, Prentice-Hall, 1964. — 210 p.
13. Golomb S. Shift Register Sequences. — San Francisco: Holden-Day, 1967.
14. Сухарев Е.М. и др. Общесистемные вопросы защиты информации. Коллективная монография. Кн. 1. — М.: Радиотехника, 2003. — 296 с.
15. Пашинцев В.П., Малофеев О.П., Жук А.П. Развитие теории синтеза и методов формирования ансамблей дискретных сигналов для перспективных систем радиосвязи различных диапазонов радиоволн: Монография — М.: ООО Издательская фирма «ФМЛ», 2010. — 196 с.
16. Орёл Д.В. Моделирование стохастических систем двоичных квазиортогональных кодовых последовательностей на основе метода функциональных преобразований: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Орёл Дмитрий Викторович. — Ставрополь, 2013. — 19 с.
17. Косякин С.И., Москвитин И.А., Смирнов А.А. Способ передачи информации в системах с кодовым разделением каналов и устройство для его осуществления // Патент на изобретение RU2234191 C2, опубли. 10.08.2004. — URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=37941753> (дата обращения 28.06.2020).
18. Жук А.П., Студеникин А.В., Жук Е.П. Алгоритм и устройство формирования ансамблей псевдослучайных ортогональных последовательностей для систем передачи информации с кодовым разделением каналов // Системы управления, связи и безопасности 2020 № 3. С. 1–21. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10301.
19. Жук А.П., Белан Н.В., Карасев И.В., Луганская Л.А. Оценка количества ансамблей новых многофазных ортогональных сигналов // Инфокоммуникационные технологии. 2017. Том 15. № 2. С. 117–123.

20. Жук А.П., Сазонов В.В. Влияние коэффициентов второй диагонали эрмитовой матрицы на корреляционные и спектральные свойства определяемых ею ортогональных в усиленном смысле сигналов. // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2007. Т. 10. № 6. С. 52–54.
21. Жук А.П., Петренко В.И., Кузьминов Ю.В., Жук Е.П., Луганская Л.А. Совершенствование способов обмена информацией в высокоскоростных беспроводных информационных сетях с использованием новых типов ансамблей дискретных последовательностей // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. С. 144–153.
22. Жук А.П., Жук Е.П., Трошков А.М. Способ передачи информации с псевдослучайной перестройкой формы сигналов для систем связи с кодовым разделением каналов // Информационная безопасность. 2012: материалы XII Международной научно-практической конференции. Ч. 1. — Таганрог: ТТИ ЮФУ. 2012. — С. 346.
23. Свидетельство об гос. регистрации программы для ЭВМ № 2020665609. Программа генерации стохастических ортогональных сигналов «Stochastic orthogonal signal generator (SOSG)», 2020 г. / Сухоруков С.Ю., Жук А.П., Тран Е.С., Шуляк Я.В., Жук Е.П., Студеникин А.В.; № 2020665609; заявл. 20.11.2020; опубл. 27.11.2020.
24. Студеникин А.В., Жук А.П., Жук Е.П. Математическое моделирование ансамблей дискретных ортогональных последовательностей // Инновационные векторы цифровизации экономики и образования в регионах России, март 10–11, Ставрополь, Ставропольский государственный аграрный университет. Ставрополь: Изд-во Агрус Ставропольского гос. аграрного университета. 2021. — С. 799.
25. Жук А.П., Черняк З.В., Сазонов В.В. О целесообразности использования ансамблей ортогональных сигналов с изменяющейся размерностью в системе CDMA // Известия ЮФУ. Технические науки. 2008. № 8 (85). С. 190–195.

© Студеникин Андрей Владимирович ( studentstavropol@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Северо-Кавказский Федеральный университет

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА ДЛЯ КОМБИНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ

### APPLICATION OF A PROCESS APPROACH TO COMBINE RISK ASSESSMENT TECHNOLOGIES

**M. Tikhonov**  
**M. Akulenok**  
**O. Shikula**

*Summary.* The article describes the application of the process approach to risk management and its interface with a combination of risk assessment methods. An approximate process description of risk assessment methods using the notation of graphical functional modeling IDEF0 is illustrated. The purpose of the article is to analyze the formalized process description of risk assessment methods for its application to the combination of methods. The results of the analysis given in the article, as well as the process description of the risk assessment methods itself, can be used to create automated risk management systems using combined methods.

*Keywords:* management, risk assessment, combination, quality, risk analysis, assessment methods, process approach.

**Тихонов Мартин Робертович**

*К.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»  
kurotenshi91@yandex.ru*

**Акуленок Марина Викторовна**

*К.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»  
amv@s2q.ru*

**Шикла Ольга Сергеевна**

*Старший преподаватель, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»  
oshik78@mail.ru*

*Аннотация.* В статье приведен анализ применения процессного подхода к управлению рисками и его сопряжения с комбинированием технологий оценки рисков. Проиллюстрирован вариант процессного описания технологий оценки рисков с использованием нотации графического функционального моделирования IDEF0. Целью статьи является анализ формализованного процессного описания технологий оценки рисков на предмет его применения к комбинированию технологий. Результаты анализа, приведенные в статье, а также само процессное описание технологий оценки рисков могут быть использованы при создании автоматизированных систем управления рисками комбинированными технологиями.

*Ключевые слова:* управление, оценка рисков, комбинирование, качество, анализ рисков, методы оценки, процессный подход.

**О**ценка рисков является неотъемлемой составляющей управления процессами организацией и (или) проектами. Применение различных технологий такой оценки позволяет достичь результатов и выявить широкий спектр возможных рисков для любой деятельности. Однако разнообразие объектов оценки и особенности технологий оценки не позволяют провести исчерпывающий анализ рисков и верно установить текущую и предполагаемую ситуацию в организации с точки зрения её рисков и возможностей.

Трудоемкость процесса увеличивает применение оценки рисков в ручном режиме.

Для устранения перечисленных проблем целесообразно использовать комбинированные технологии

оценки рисков, автоматизировать частично (или полностью) процесс обработки данных. Повысить эффективность оценки, ее точность и получить разностороннюю оценку позволит сочетание этапов оценки различными технологиями при идентификации и при анализе рисков.

Для оптимального комбинирования применяемых технологий оценки рисков и преодоления возможных барьеров, потери данных применим процессный подход. В рамках данной работы под процессным подходом понимается определение границ действий технологий оценки рисков (выделение процессов), установление соответствующих атрибутов (например, их входов и выходов на всех этапах, а именно поступающие или полученные данные или информационные элементы) и определение путей их взаимодействия.



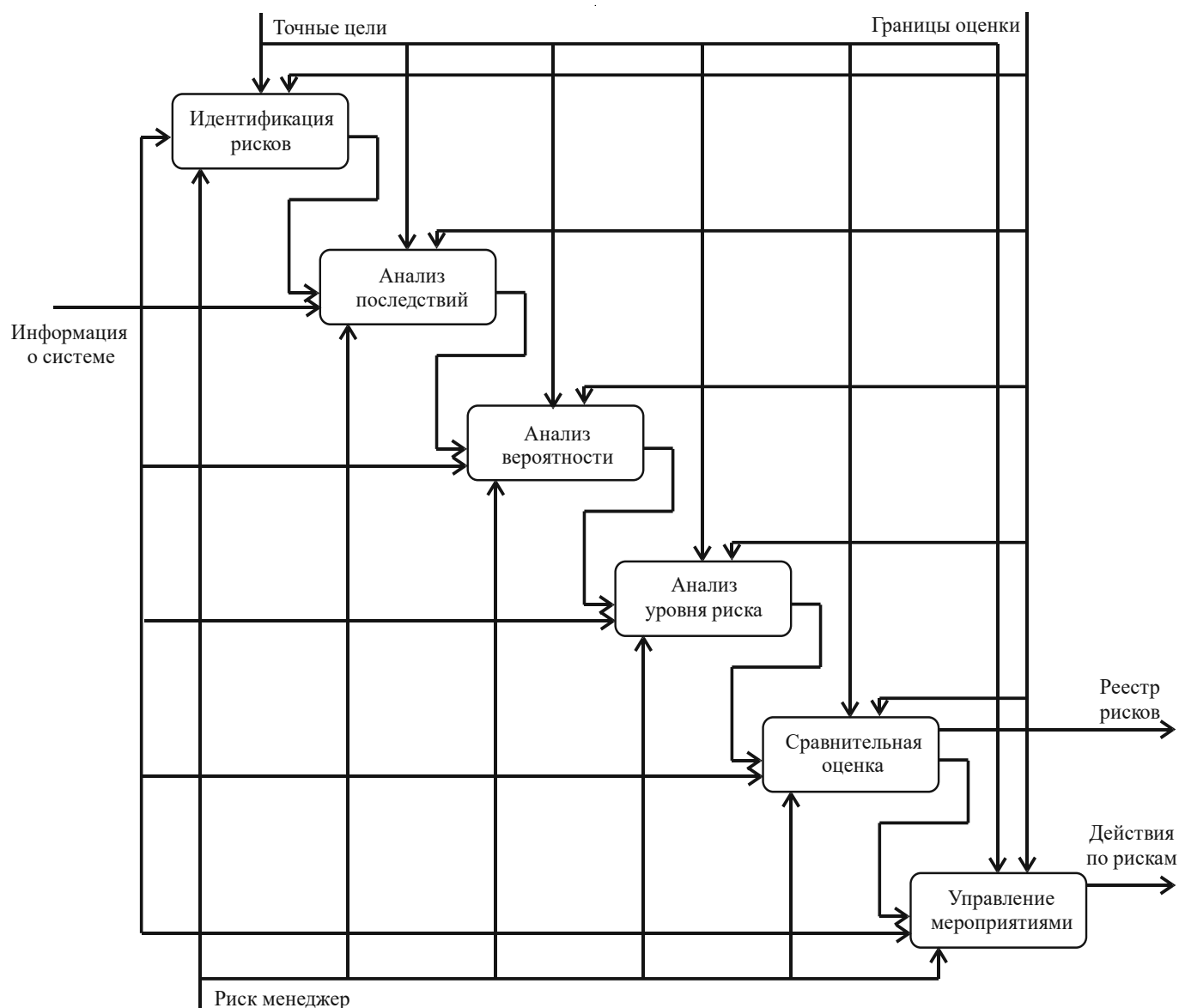


Рис. 1. Общий процесс управления рисками в виде модели IDEF0

Согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 9001:2015 [1], который включает себя требования относительно управления рисками, процессный подход позволяет:

- понимать и постоянно выполнять требования;
- рассматривать процессы с точки зрения добавления ими ценности;
- достигать результативного функционирования процессов;
- улучшать процессы на основе оценивания данных и информации.

Использование процессного подхода при комбинировании технологий оценки рисков предполагает формализованное описание границ действия технологий

и результатов процессов идентификации рисков, анализа рисков и сравнительной оценки рисков.

Для уменьшения «порога вхождения» в процессы оценки рисков и применения процессного подхода оптимальным является набор графических моделей в широко используемой нотации, поддерживающей возможность выделения границ процессов и передачи между ними объектов. Такой нотацией является IDEF0.

Опишем общий процесс управления рисками в виде модели IDEF0 (рисунок 1).

Процесс управления рисками предполагает идентификацию рисков, а именно выявление в заданных гра-

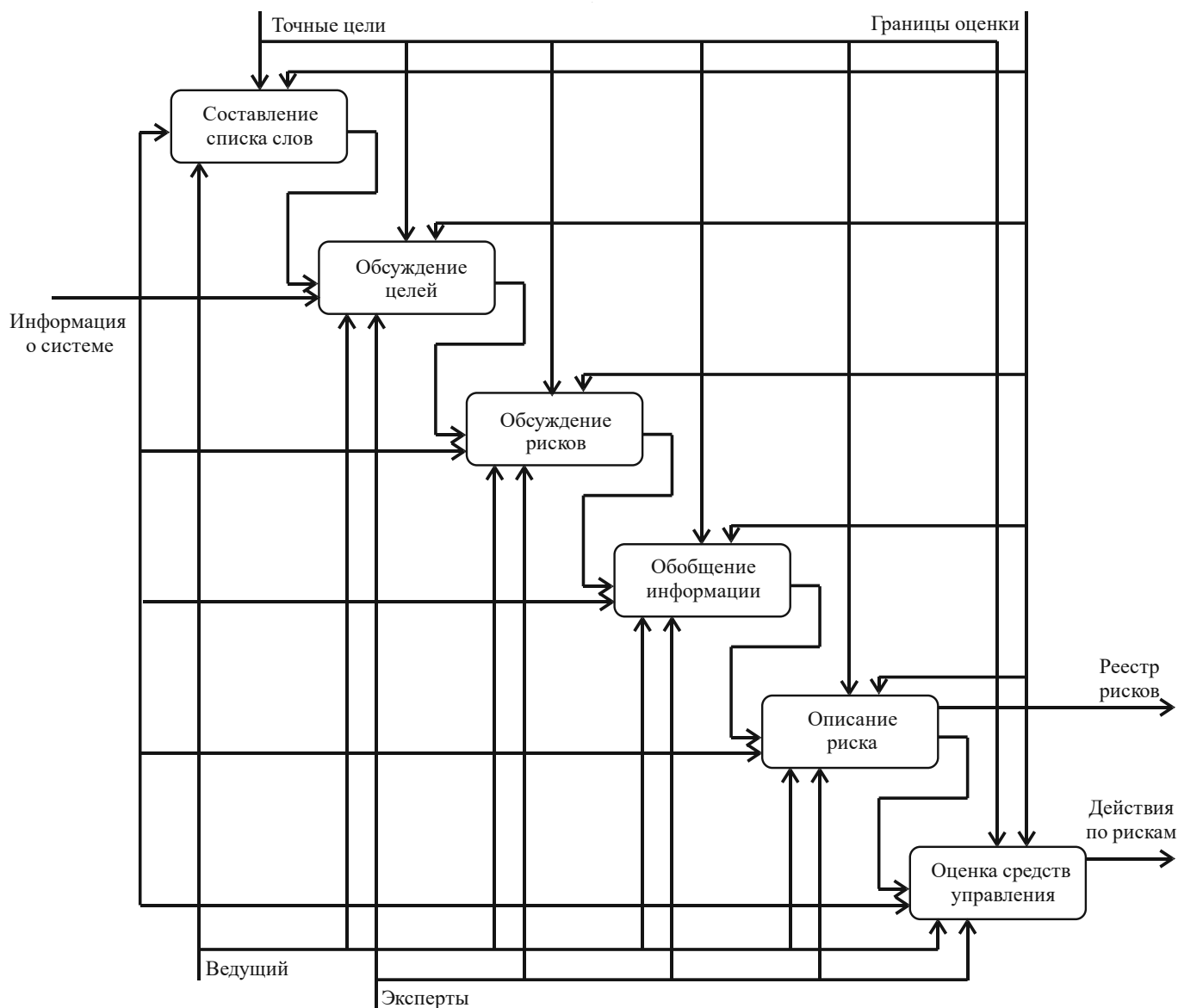


Рис. 2. Технология оценки рисков «Структурированный анализ сценариев методом «что, если?» (SWIFT)» в виде модели IDEFO

ницах (начальных и граничных условиях) максимального числа рисков. На следующем этапе проводится анализ последствий и вероятности их возникновения. Также может быть проанализирована вероятность необнаружения риска. На основе полученных данных рассчитывается уровень риска и проводится сравнительная оценка (ранжирование) всех рисков. Завершающим этапом является выработка предложений и исполнение мероприятий, направленных на обработку рисков.

Входными данными для описанного процесса являются информация о системе и объекте оценки, точные цели и границы оценки. Итогом процесса оценки ри-

сков является разработанный реестр рисков, включающий в себя информацию по рискам и их показателям, и предложения по мероприятиям в отношении рисков.

Технологии оценки рисков [2] применимы на разных этапах процесса управления рисками: в рамках идентификации рисков, анализа рисков либо сравнительной оценки рисков — и имеются определённые входы и выходы. Из этого следует, что использование формализованного процессного подхода позволяет проводить комбинирование технологий, с использованием универсальных «типов» выходов и входов. Так результатом идентификации рисков для всех технологий является набор рисков. Результатом анализа являются

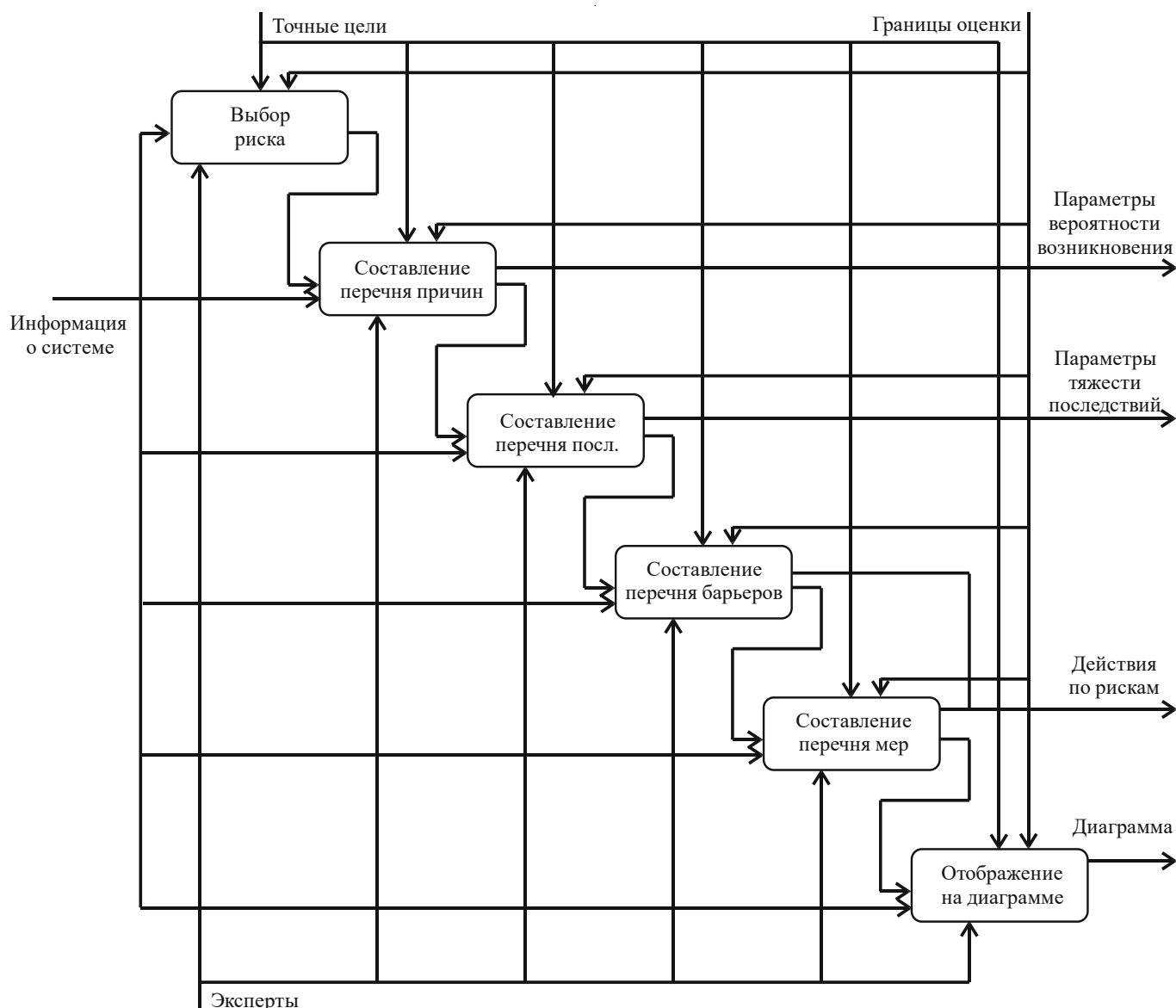


Рис. 3. Технология оценки рисков «Анализ «галстук-бабочка» в виде модели IDEF0

параметры их вероятности и последствий (и вероятности необнаружения). Сравнительная оценка завершается выставленными приоритетами работы по рискам. Особенности технологий могут быть представлены дочерними процессами каждого из этапов оценки рисков.

Рассмотрим вариант комбинирования технологий с применением процессного подхода на примере двух технологий: SWIFT и диаграммы галстук-бабочка. Так на рис. 2 представлена технология оценки рисков «Структурированный анализ сценариев методом «что, если?» (SWIFT)» в виде модели IDEF0.

Первые четыре этапа относятся к идентификации рисков и их результатом является набор рисков. Пятый

этап относится к анализу рисков и их результат представлен параметрами вероятности и последствий (и вероятности необнаружения) рисков. Шестой к управлению мероприятиями по рискам с результирующим набором мероприятий по рискам. Такое точное разделение процессов позволяет применить технологию, к примеру, только для идентификации рисков.

На рисунке 3 представлена технология оценки рисков «Анализ «галстук-бабочка» в виде модели IDEF0.

Первые три этапа относятся к анализу рисков и их результат представлен параметрами вероятности и последствий рисков. Четвёртый и пятый к управлению мероприятиями по рискам с результирующим набором

мероприятий по рискам. Такое точное разделение процессов позволяет применить технологию, к примеру, только для анализа рисков.

Используя соответствующие этапы технологий «Структурированный анализ сценариев методом «что, если?» (SWIFT)» и «Анализ «галстук-бабочка» для идентификации и анализа рисков соответственно, можно получить комбинированную технологию оценки рисков, включающую в себя достоинства обеих технологий.

Сочетание технологий и их представление в виде сети взаимосвязанных процессов, применяемое в рамках управления рисками, позволяет получить множество комбинаций технологий оценки рисков, что в свою очередь даёт возможность более точного выбора подходящей комбинации, учитывающих особенности вида деятельности или параметров организации. Формализованность процессов по входам и выходам подразумевает их взаимозаменяемость с точки зрения процедур. Идентификацию рисков можно проводить одной технологией, а анализ рисков другим. При этом на каждый риск можно выбрать свою технологию анализа, при использовании одинаковой технологии идентификации, т.к. идентификация проводится для всех рисков, а анализ для одного конкретного риска. Учитывая этот факт, возможно применение различных сгруппированных подходов комбинирования [5]:

1. последовательное комбинирование (идентификация — технология А; анализ — технология В);
2. параллельное комбинирование (идентификация — технология А, технология В; анализ — технология С, технология D, технология E);
3. последовательно-параллельное комбинирование (идентификация — технология А; анализ — технология В, технология С, технология D);
4. параллельно-последовательное комбинирование (идентификация — технология А, технология В; анализ — технология С).

У каждого способа комбинирования имеются свои преимущества и недостатки, связанные с точностью оценки и затрачиваемыми временными и квалификационными ресурсами. Так, к примеру, использование последовательно-параллельного комбинирования при условии распараллеливания технологий анализа рисков по рискам (на каждый риск своя технология анализа рисков) позволяет получить больший эффективный результат при относительно малых требованиях к подготовке (достаточно разделения процедур по этапам) технологии. Данный подход был использован при разработке комплекса программных средств для оценки рисков KuroT Risks (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2017618827), апробация которого продемонстрировала увеличение эффективности анализа причин возникновения брака при производстве в 4,5 раза по сравнению с традиционным выполнением процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 9001:2015. Системы менеджмента качества. Требования. — М.: Стандартинформ, 2020. — 32 с.
2. ГОСТ Р 58771:2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. — М.: Стандартинформ, 2020. — 90 с.
3. Tikhonov M.R. Algorithmic support for risk assessment in electronic production management / Tikhonov M.R., Slyusar V.V., Akulenok M.V., Andrianov A.M., Slyusar M. // 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus), 2021, pp. 2262–2265
4. Тихонов М.Р. Сравнительный анализ автоматизированных систем управления рисками / Тихонов М.Р., Акуленок М.В. // Автоматизация. Современные Технологии. — № 9 2019. Москва 2019. — с. 387–391.
5. Тихонов М.Р. Классификация способов комбинирования методов оценки рисков // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». — № 9, —2018. — с. 64–69.
6. Тихонов М.Р. Риск-ориентированный анализ процесса информационного обеспечения предприятия / Тихонов М.Р., Акуленок М.В., Сударикова А.А. // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России — № 4 2016. Москва 2016. 3–8с.
7. Adam S. Markowski. “Bow-tie” model in layer of protection analysis / Adam S. Markowski, Agata Kotynia // Process Safety and Environmental Protection. — 2011. — № 89. — P. 205–213

© Тихонов Мартин Робертович ( kurotenshi91@yandex.ru ),

Акуленок Марина Викторовна ( amv@s2q.ru ), Шидула Ольга Сергеевна ( oshik78@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ФОРМАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОНЯТИЯ «СЛОЖНАЯ ЗАДАЧА»

### ANALYSIS OF EXISTING FORMAL APPROACHES TO THE DEFINITION OF THE CONCEPT «THE COMPLEXITY OF THE TASK»

**E. Trofimets  
V. Trofimets**

*Summary.* The article analyzes the definitions of the concepts of «complex task». Two types of tasks are considered. The situation of solving a complex problem is given. A hypothetical decision support system is considered, which includes knowledge from the field of mathematics for calculating the areas of triangles.

*Keywords:* complex task, goal, conditions, canonical form, decision support system.

**Трофимец Елена Николаевна**

*К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»  
ezemifort@inbox.ru*

**Трофимец Валерий Ярославович**

*Д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский горный университет  
zemifort@inbox.ru*

*Аннотация.* В статье проанализированы определения понятий «сложная задача». Рассмотрены два типа задач. Приведена ситуация по решению сложной задачи. Рассмотрена гипотетическая система поддержки принятия решений, в которую заложены знания из области математики по расчету площадей треугольников.

*Ключевые слова:* сложная задача, цель, условия, каноническая форма, система поддержки принятия решений.

**П**од задачей понимается вопрос, требующий решения на основании определённых знаний и размышлений.

Каноническая форма задачи представляет собой логическое высказывание вида:

«Дано  $V$ , требуется  $W$ » (краткая запись  $\langle V, W \rangle$ ), (1)  
где  $V$  — условия задачи;  $W$  — цель задачи.

Цель задачи может быть сформулирована двояко, исходя из чего различают два типа задач: задачи «на нахождение» и задачи «на доказательство» [1].

Целью (результатом решения) задач первого типа является найденный в процессе решения неизвестный объект (состояние), удовлетворяющий условиям задачи. Этот объект (состояние) может иметь самую различную физическую природу: материальную, временную, энергетическую, информационную.

Целью (результатом решения) задач второго типа является последовательность умозаключений, позволяющая доказать по установленным правилам истин-

ность или ложность следования из исходных посылок установленного заключения. Таким образом, в задачах «на доказательство» объект (состояние) задан в виде заключения, т.е. известен заранее.

Условия задачи  $V$  можно представить в виде объединения двух непересекающихся подмножеств:

$$V = X \cup Z, \quad (2)$$

где  $X$  — множество переменных, значения которых задаются и являются исходными данными для решения задачи;

$Z$  — множество знаний, которыми обладает эксперт-аналитик по решению определённой задачи.

Тогда, учитывая (2), каноническая форма задачи может быть трансформирована в логическое высказывание следующего вида:

$$\langle \text{Имея } Z, \text{ найти } W \text{ по } X \rangle. \quad (3)$$

В общем случае под знаниями  $Z$  понимается информация, которая отражает закономерности, существую-

щие в выбранной предметной области и позволяющие устанавливать новые факты (выводить новые знания), не зафиксированные в ней на данный момент времени. Характерными особенностями знаний, отличающими их от данных, являются связь знаний с понятием интенционала (данные задаются только экстенционально) и представление знаний в процедурной форме или возможность их преобразования в такую форму [2–9].

Программные средства системы поддержки принятия решений (СППР) фактически являются одним из способов представления знаний о методах решения аналитических задач в конкретных предметных областях.

Пусть  $Z^*$  — это множество знаний, необходимых для решения определённой задачи. Возможны три варианта отношений между  $Z$  и  $Z^*$ :

- 1)  $Z \subset Z^*$ ;
  - 2)  $Z = Z^*$ ;
  - 3)  $Z \supset Z^*$ .
- (4)

Первый вариант характеризуется недостаточностью знаний для решения задачи. Для нахождения решения необходимо такое приращение знаний  $\Delta Z$ , чтобы выполнялось условие:

$$Z \cup \Delta Z \supseteq Z^*. \quad (5)$$

В СППР приращение  $\Delta Z$  может быть достигнуто или путем подключения дополнительных программных модулей (для СППР 1-го и 2-го классов), или в режиме обучения и самообучения (для СППР 3-го класса).

Второй и третий варианты отношений между  $Z$  и  $Z^*$  характеризуются соответственно достаточностью и избыточностью знаний для решения определённой задачи. Для СППР особый интерес представляет третий вариант с избыточностью знаний.

Первоначально понятие избыточности использовалось в теории информации применительно к передаче сигналов по каналам связи.

В работе [3] К. Шеннон определил избыточность как меру неэкономности кодирования. Включение лишних символов ведёт, с одной стороны, к увеличению времени передачи сообщений, а с другой — к повышению достоверности передачи.

Для СППР введение избыточных знаний также имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Необходимо отметить, что в данном контексте под избыточными понимаются не знания-копии, полученные

путём тиражирования знаний-оригиналов с целью повышения надёжности их хранения. Здесь под избыточными понимаются знания, имеющие другую смысловую форму представления (другое семантическое наполнение), но ведущие к получению того же результата, что и базовые знания.

В качестве примера может быть рассмотрена гипотетическая СППР, в которую заложены знания из области математики по расчету площадей треугольников. Пусть в качестве базовых знаний в систему заложены следующие формулы, позволяющие вычислять площадь треугольника в зависимости от поступающей входной информации:

$$S = 0,5 \times a \times b \times \sin \gamma,$$

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$$

$$S = 0,5 \times a \times h,$$

$$S = \frac{0,5 \times a^2 \times \sin \alpha \times \sin \gamma}{\sin \beta}.$$

Введение в систему формул для нахождения

площадей равностороннего  $S = 0,25 \times a \times \sqrt{3}$ ,

равнобедренного  $S = 0,5 \times a \times \sqrt{b^2 - \frac{a^2}{4}}$ ,

прямоугольного  $S = 0,5 \times a \times b$

треугольников приводит к избыточности, т.к. они являются частным случаем базовых формул и не требуют обязательного знания при расчёте площадей. Кроме того, их введение требует дополнительных объёмов памяти системы, что для задач большой размерности может представлять значительную величину. Однако если на вход системы поступает информация, что треугольник имеет определённый вид (равносторонний, равнобедренный, прямоугольный), то целесообразно применение частных формул, более эффективных с вычислительной точки зрения (например, при расчете площади прямоугольного треугольника частная формула в 3,5–14 раз эффективней основной формулы в зависимости от типа, формата переменных и использования режима сопроцессора (см. табл. 1).

Приведенный пример гипотетической СППР упрощенно моделирует реальную ситуацию решения сложной задачи, когда поступление дополнительной информации снижает неопределенность исходных данных, что может значительно облегчить (ускорить) решение задачи. При этом следует, конечно, сделать оговорку о достоверности поступившей информации. Если информация каким-либо образом (случайным или пред-

Таблица 1.

Тип переменных	Число итераций	Время исполнения первого цикла $T_1$ , ms	Время исполнения второго цикла $T_2$ , ms	Отношение $T_1/ T_2$
<b>Режим 1 (без сопроцессора)</b>				
$a$ : int	10000	11	154	14,00
$b$ : int	100000	110	1539	13,94
	1000000	1087	15330	14,10
$a$ : real	10000	11	159	14,45
$b$ : int	100000	126	1604	12,73
	1000000	1203	16049	13,34
$a$ : real	10000	17	165	9,71
$b$ : real	100000	182	1658	9,11
	1000000	1764	16689	9,42
<b>Режим 2 (с сопроцессором)</b>				
$a$ : int	10000	5	33	6,60
$b$ : int	100000	82	280	3,41
	1000000	791	2823	3,57
$a$ : real	10000	5	33	6,60
$b$ : int	100000	83	280	3,37
	1000000	791	2823	3,57
$a$ : real	10000	5	33	6,60
$b$ : real	100000	83	280	3,37
	1000000	791	2823	3,57

намеренным) будет искажена, то это только затруднит решение задачи.

Кроме того, введение в СППР избыточных модулей отражается и на её свойстве доступности пользователю. Например, наличие в системе нескольких статистических пакетов (STADIA, МЕЗОЗАВР, STATISTICA, STATGRAPHICS, SPSS и т.п.) позволяет эксперту-аналитику выбрать для работы тот из них, который для него наиболее приемлем (по функциональным возможностям, интерфейсу, удобству работы и др.). Конечно, этот аспект избыточности СППР требует дополнительных финансовых вложений, поэтому на практике он не получил широкого распространения.

Таким образом, целесообразность введения в СППР избыточных знаний необходимо оценивать с учётом вероятности появления на входе системы информации, позволяющей использовать избыточные знания для повышения качества процесса нахождения решения. Кроме того, введение в СППР избыточных знаний создаёт предпосылки для её дальнейшего развития и совершенствования. Так, в работе [4] Дж. фон Нейман связывал избыточность знаний с возможностью переработки информации большой сложности, т.е. с функциональной сложностью системы. Под функциональной сложностью Нейман понимал «способность

системы делать нечто существенное». В [5] под функциональной сложностью системы понимается максимальная сложность задачи или пакета задач, которую ещё способна решить система при неизменной сложности её структуры за заданное время:

$$Sl_{сист} = \max Sl_{зад} \mid Sl_{стр} = const, t_{реш} \leq t_{задан} \quad (6)$$

где  $Sl_{сист}$  — функциональная сложность системы;  $\max Sl_{зад}$  — максимальная сложность задачи (пакета задач);

$Sl_{стр}$  — сложность структуры системы;

$t_{реш}$  — время решения задачи (пакета задач);

$t_{задан}$  — заданное время решения задачи (пакета задач).

В этом случае возникает необходимость в определении понятия «сложная задача» и в нахождении количественной меры сложности задач.

Попытки дать строгое определение понятию «сложная задача» связаны со значительными трудностями, так как данное понятие имеет субъективную обусловленность и связано со способностью конкретного индивида понять и решить задачу. Этим объясняется тот факт, что понятие «сложная задача» до настоящего времени остаётся в значительной степени интуитивным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пойа Г. Математическое открытие. — М.: Наука, 1976.
2. Поспелов Д. А. Ситуационное управление. — М.: Наука, 1986.
3. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Изд-во иностр. лит., 1963.
4. Нейман Дж. фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов. — М.: Мир, 1971.
5. Клир Дж. Системология: автоматизация решения системных задач. — М.: Радио и связь, 1990.
6. Математическое и программное обеспечение информационных систем поддержки принятия решений: монография / Трофимец Е. Н. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. — 176 с.
7. Трофимец Е.Н., Трофимец А. А. Анализ содержания информационно-аналитической подготовки специалистов экономического профиля // Материалы конференции «Технические и естественные науки; Безопасность: информация, техника, управление». Санкт-Петербург, 24–28 февраля 2021 года. ГНИИ НАЦРАЗВИТИЕ. Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». Санкт-Петербург, 2021. С. 94–96.2021.
8. Трофимец Е.Н., Трофимец А. А. Об использовании взаимосвязанных элементов математического аппарата и экономических понятий // Материалы конференции «Научные исследования в современном мире. Теория и практика; фундаментальные и прикладные исследования. Актуальные проблемы и достижения; современные методы и инновации в науке; исследование и практика в социально-экономической и гуманитарной сфере». Санкт-Петербург, 10–13 февраля 2021 года. ГНИИ НАЦРАЗВИТИЕ. Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». Санкт-Петербург, 2021. С. 139–142. 2021.
9. Трофимец А.А., Трофимец Е. Н. Программные продукты как составная часть информационно-аналитической подготовки специалистов экономического профиля // Журнал «Актуальные научные исследования в современном мире». Общественная организация «Институт социальной трансформации» (Переяслав-Хмельницкий), 2021. № 5–7 (73). С. 143–147. 2021.

© Трофимец Елена Николаевна (ezemifort@inbox.ru), Трофимец Валерий Ярославович (zemifort@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский горный университет



# РАСПОЗНАВАНИЕ СЕПСИСА В ОТДЕЛЕНИИ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ НОВОРОЖДЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

**Хассанин Хатем Мохамед Абдель Максуд**  
 Аспирант, Национальный исследовательский  
 Томский политехнический университет  
 Blombygg1@gmail.com

## SEPSIS RECOGNITION IN THE DEPARTMENT OF INTENSIVE NEWBORN THERAPY USING AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

**Hassanin Hatem Mohamed Abdel Maksoud**

*Summary.* Sepsis is the leading cause of morbidity and mortality worldwide. Early detection of sepsis is important because it allows for timely prescribing of potentially life-saving resuscitation and antimicrobial therapy [1].

Sepsis is a person's unregulated response to an infection that causes life-threatening organ dysfunction. According to statistics, [2] approximately one in three deaths in hospitals are associated with sepsis. Although effective protocols exist for the treatment of sepsis, problems remain with early and reliable detection of the condition [3]. In recent years, the increased adoption of electronic health records (EHRs) in hospitals has spurred the development of machine learning surveillance tools for detecting [4] and predicting [5] sepsis. However, most of the existing published models for predicting sepsis are based either on data from a single hospital [6] or from several hospitals in the same health care system where care processes are largely standardized. However, it is noted that the recognition of sepsis in the neonatal non-intensive care unit is practically not considered in the literature.

Sepsis is not limited to the intensive care unit. With advances in technology and data granularity that underlie clinical informatics systems, it is now possible to consider the development and implementation of sepsis alert systems in intensive care units and beyond. The rationale for using electronic sepsis surveillance is ultimately to facilitate timely and error-free treatment through early recognition and decision support. However, numerous barriers prevent the development and implementation of hospital-wide sepsis alert systems [7].

The aim of the presented study is to analyze methods for recognizing sepsis in the neonatal intensive care unit using an artificial neural network by analyzing the available electronic data of a medical record.

*Keywords:* sepsis, intensive care, artificial neural network, Convolutional neural network, Autoencoder.

*Аннотация.* Сепсис — ведущая причина заболеваемости и смертности во всем мире. Раннее выявление сепсиса важно, поскольку оно позволяет своевременно назначить потенциально жизненно важную реанимацию и антимикробную терапию[1]. По статистике,[2] примерно одна из трех смертей в больницах связана с сепсисом.

Хотя существуют эффективные протоколы лечения сепсиса, остаются проблемы с ранним и надежным выявлением этого состояния[3]. В последние годы более широкое распространение электронных медицинских карт (ЭМК) в больницах послужило стимулом для разработки инструментов наблюдения на основе машинного обучения для обнаружения[4] и прогнозирования[5] сепсиса. Однако большинство существующих опубликованных моделей прогнозирования сепсиса основаны либо на данных одной больницы[6] либо на нескольких больницах той же системы здравоохранения где процессы ухода в основном стандартизированы. Однако отмечается, что распознавание сепсиса в отделении неинтенсивной терапии новорожденных в литературе практически не рассматривается.

Сепсис не ограничивается отделением интенсивной терапии. Благодаря достижениям в технологиях и детализации данных, лежащих в основе систем клинической информатики, теперь стало возможным рассмотреть вопрос о разработке и внедрении систем оповещения о сепсисе в отделениях интенсивной терапии и за их пределами. Причина использования электронного эпиднадзора за сепсисом состоит в том, чтобы в конечном итоге облегчить своевременное и безошибочное лечение за счет раннего распознавания и поддержки принятия решений. Однако многочисленные препятствия мешают разработке и внедрению систем оповещения о сепсисе в масштабах всей больницы[7].

Целью представленного исследования является анализ методов распознавания сепсиса в отделении интенсивной терапии новорожденных с использованием искусственной нейронной сети путем анализа доступных электронных данных медицинской карты.

*Ключевые слова:* сепсис, интенсивной терапии, искусственной нейронной сети, Сверточная нейронная сеть, Автоэнкодер.

**Р**азработка этих систем раннего оповещения вызвала значительный интерес к тому, как наилучшим образом использовать электронные данные для поиска и лечения пациентов в критическом состоянии, [8] а также заложить основу для внедрения систем оповещения о сепсисе в отделениях интенсивной терапии. Сложные технологии и все большие объемы данных в настоящее время поступают в существующие несовершенные системы электронных медицинских карт (ЭМИ) в учреждениях неотложной помощи. Этого неизбежного применения «больших данных» в здравоохранении нельзя и не следует избегать [9].

Однако разработка и внедрение систем оповещения о сепсисе без учета роста больших данных в клинической практике может привести к человеческим ошибкам [10], и информационной перегрузке [11].

Успешные системы оповещения о сепсисе должны быть разработаны таким образом, чтобы свести к минимуму утомление от предупреждений, прерывание, человеческий фактор и информационную перегрузку. Основная цель любой системы оповещения должна заключаться в том, чтобы вызвать реакцию медицинского работника в отделении интенсивной терапии, которая в противном случае не произошла бы или была бы отложена. Как и следовало ожидать, то, что медицинский работник делает с предупреждением, оказывает огромное влияние на эффективность автоматизированной системы предупреждений. Изменчивость в доступности ресурсов, вовлеченности руководства и заинтересованности клинических сторон оказывает фундаментальное влияние на то, окажут ли оповещения предполагаемое влияние на результаты [12].

Часто критическим шагом, ограничивающим частоту для эффективности систем оповещения о сепсисе, является доступность данных в реальном времени. Данные должны быть записаны, прежде чем алгоритм сможет их «увидеть» и сделать прогноз относительно того, подвержен ли пациент риску сепсиса или нет. Задержка ввода или проверки данных, отсутствие взаимосвязи систем и нечастое время выборки — все это способствует неоднородности, отсутствию или значительной задержке доступности данных в системах обнаружения сепсиса [13].

Напротив, клинический диагноз сепсиса часто основывается на суждениях и измерениях, которые нелегко зафиксировать. Эти измерения могут варьироваться от того, что новорожденный «плохо выглядит», увеличенное время наполнения капилляров, холодные пальцы ног, ограниченный пульс или повышенная работа дыхания. В настоящее время клинические алгоритмы

выявления сепсиса не учитывают многие сигналы, которые врач принимает как должное. В результате, с точки зрения клинициста, предупреждения об обнаружении сепсиса часто срабатывают «поздно». Поздние оповещения представляют собой неприятные оповещения и значительно снижают эффективность системы оповещений.

Таким образом, системы оповещения о сепсисе будущего должны быть более точными. Передовое математическое моделирование и сложные методы машинного обучения могут быть использованы для обнаружения сепсиса у новорожденных [14].

Алгоритмы машинного обучения уже используются для классификации активности с помощью акселерометров на теле. Таким образом, актуально использование методов машинного обучения в системах оповещения о сепсисе для улучшения клинического ведения и лечения сепсиса [15].

Ветвь машинного обучения, нейронные сети, также известные как искусственные нейронные сети, представляют собой вычислительные модели — по сути, алгоритмы. Нейронные сети обладают уникальной способностью извлекать значение из неточных или сложных данных, чтобы находить закономерности и обнаруживать тенденции, слишком запутанные для человеческого мозга или других компьютерных технологий. Нейронные сети предоставили большее удобство различными способами [16].

Самым новаторским аспектом нейронных сетей является то, что после обучения они обучаются самостоятельно. Таким образом, они имитируют человеческий мозг, который состоит из нейронов, основного строительного блока для передачи информации как человеком, так и нейронными сетями. Нейронные сети обладают следующими атрибутами, которые могут быть полезны при разработке автоматизированной системы распознавания сепсиса в отделении интенсивной терапии новорожденных [17]:

- ◆ Адаптивное обучение.
- ◆ Самоорганизация.
- ◆ Работа в реальном времени.
- ◆ Прогноз.
- ◆ Отказоустойчивость.

Основные алгоритмы нейронных сетей, которые могут быть использованы для распознавания сепсиса, сведены в таблицу 1 [18,19,20].

Важно определить, на основании каких данных, представленных в электронной медицинской карте, можно распознать сепсис (таблица 2).

Таблица 1. Основные алгоритмы обучения нейронных сетей

Алгоритм	Цель
Автоэнкодер (AE)	Обычно AE используется для уменьшения количества рассматриваемых случайных величин, чтобы система могла изучить представление для набора данных и, следовательно, обработать генеративные модели данных.
Двунаправленная рекуррентная нейронная сеть (BRNN)	Цель BRNN — увеличить информационные входы, доступные для сети, путем подключения двух скрытых, направленных противоположных слоев к одному и тому же выходу. Используя BRNN, выходной слой может получать информацию как из прошлого, так и из будущего состояния.
Машина Больцмана (BM)	Рекуррентная нейронная сеть, этот алгоритм способен изучать внутренние представления и может представлять и решать сложные комбинированные задачи.
Сверточная нейронная сеть (CNN)	CNN, наиболее часто используемые для анализа визуальных образов, представляют собой нейронную сеть с прямой связью, предназначенную для минимизации предварительной обработки.
Деконволюционная нейронная сеть (DNN)	DNN позволяют неконтролируемое построение иерархических представлений изображений. Каждый уровень иерархии группирует информацию из предыдущего уровня для добавления более сложных функций к изображению.
Сеть глубокого убеждения (DBN)	При обучении на неконтролируемом наборе примеров DBN может научиться реконструировать свои входные данные вероятностно, используя слои в качестве детекторов признаков. Следуя этому процессу, можно обучить DBN выполнять контролируемые классификации.
Сеть глубокой сверточной обратной графики (DCIGN)	Модель DCIGN предназначена для изучения интерпретируемого представления, которые система разделяет в соответствии с элементами трехмерной структуры сцены, такими как вариации освещения и поворот глубины. DCIGN использует множество уровней операторов, как сверточных, так и деконволюционных.
Глубокая остаточная сеть (DRN)	DRN помогают в решении сложных задач и моделей глубокого обучения. Имея много уровней, DRN предотвращает ухудшение результатов.
Автоэнкодер с шумоподавлением (DAE)	DAE используется для восстановления данных из поврежденных входных данных; алгоритм заставляет скрытый слой изучать более надежные функции. В результате на выходе получается более точная версия входных данных.
Сеть состояния эха (ESN)	ESN работает со случайной большой фиксированной рекуррентной нейронной сетью, в которой каждый узел получает нелинейный ответный сигнал. Алгоритм случайным образом устанавливает и назначает веса и возможности подключения для достижения гибкости обучения.
Машина экстремального обучения (ELM)	Этот алгоритм изучает выходные веса скрытых узлов за один шаг, создавая линейную модель. ELM могут хорошо обобщать и учиться во много раз быстрее, чем сети обратного распространения.
Нейронная сеть прямого распространения (FF или FFNN) и перцептрон (P)	Это базовые алгоритмы нейронных сетей. Нейронная сеть прямого распространения — это искусственная нейронная сеть, в которой соединения узлов не образуют цикл; перцептрон — это бинарная функция, имеющая только два результата (вверх / вниз; да / нет, 0/1).
Закрытый рекуррентный блок	ЗРБ используют соединения через последовательности узлов для выполнения задач машинного обучения, связанных с кластеризацией и памятью. ЗРБ уточняют выходные данные посредством управления информационным потоком модели.
Генеративная состязательная сеть (GAN)	Эта система противопоставляет две нейронные сети — дискриминационную и генеративную. Цель состоит в том, чтобы различать реальные и синтетические результаты для моделирования концептуальных задач высокого уровня.
Сеть Хопфилда (HN)	Эта форма рекуррентной искусственной нейронной сети представляет собой систему ассоциативной памяти с бинарными пороговыми узлами. Созданные для сведения к локальному минимуму, HN представляют собой модель для понимания человеческой памяти.
Сеть Кохонена (KN)	KN организует проблемное пространство в двумерную карту. Разница между самоорганизующимися картами (SOM) и другими подходами к решению проблем заключается в том, что SOM используют конкурентное обучение, а не обучение с исправлением ошибок.
Машина жидких состояний (LSM)	LSM, известный как машинное обучение третьего поколения (или импульсная нейронная сеть), добавляет понятие времени как элемента. LSM генерируют активацию пространственно-временной нейронной сети, поскольку они сохраняют память во время обработки. Физика и вычислительная нейробиология используют LSM.

Таблица 1 (продолжение). Основные алгоритмы обучения нейронных сетей

Алгоритм	Цель
Долговременная / кратковременная память (LSTM)	LSTM способен изучать или запоминать зависимость порядка в задачах прогнозирования, касающихся последовательности. Блок LSTM содержит ячейку, входной вентиль, выходной вентиль и вентиль забывания. Ячейки сохраняют значения в течение произвольных интервалов времени. Каждый блок регулирует потоки значений через LSTM-соединения. Эта возможность упорядочивания необходима в сложных проблемных областях, таких как распознавание.
Цепь Маркова (MC)	MC — это математический процесс, который описывает последовательность возможных событий, в которой вероятность каждого события зависит исключительно от состояния, достигнутого в предыдущем событии.
Нейронная машина Тьюринга (NTM)	Основываясь на работе специалиста по обработке данных Алана Тьюринга середины 20-го века, NTM выполняет вычисления и расширяет возможности нейронных сетей за счет связи с внешней памятью. Разработчики используют NTM в роботах и рассматривают его как одно из средств создания искусственного человеческого мозга.
Сети радиальных базисных функций (сети RBF)	Разработчики используют сети RBF для моделирования данных, которые представляют основную тенденцию или функцию. Сети RBF учатся аппроксимировать основной тренд, используя кривые колокола или нелинейные классификаторы. Нелинейные классификаторы анализируют более глубоко, чем простые линейные классификаторы, которые работают с векторами меньшей размерности. Вы используете эти сети в управлении системой и прогнозировании временных рядов.
Рекуррентная нейронная сеть (RNN)	РНС моделируют последовательные взаимодействия через память. На каждом временном шаге RNN вычисляет новую память или скрытое состояние в зависимости от текущего входного и предыдущего состояния памяти. Приложения включают сочинение музыки, управление роботом и распознавание действий человека.
Ограниченная машина Больцмана (RBM)	RBM — это вероятностная графическая модель в неконтролируемой среде. RBM состоит из видимых и скрытых слоев, а также связей между бинарными нейронами в каждом из этих слоев. RBN полезны для фильтрации, изучения функций и классификации.
Машина опорных векторов (SVM)	На основе наборов обучающих примеров, относящихся к одной из двух возможных категорий, алгоритм SVM строит модель, которая относит новые примеры к одной из двух категорий. Затем модель представляет примеры в виде нанесенных на карту точек в пространстве, при этом эти примеры отдельных категорий делятся на максимально возможный промежуток.

Таблица 2

- Плохое сосание;	- Апноэ;	- Сниженную спонтанную активность;
- Анорексию;	- Брадикардию;	- Колебания температуры тела (гипотермия или гипертермия)[21].

Особенно частые ранние признаки сепсиса включают в себя следующие:

Лихорадка возникает только в 10–15% случаев, однако упорная лихорадка (например, >1 ч) обычно указывает на наличие инфекции.

Другие симптомы и признаки включают дыхательную недостаточность, неврологические симптомы (например, судороги, повышенную нервную возбудимость), желтуху (особенно возникающую в течение первых 24 ч жизни при отсутствии несовместимости по группам крови систем Rh или ABO и с более высокой, чем ожидалось, концентрацией прямого билирубина), рвоту, диарею и вздутие живота.

Все эти данные могут быть отражены в электронной медицинской карте. Помимо этого, выполняются анализы, которые дополнительно позволяют выявить сепсис.

Отмечается, что новорожденным с клиническими признаками сепсиса как можно скорее необходимо провести общий анализ крови, дифференциальный анализ с помощью мазка, посев крови и мочи и люмбальную пункцию (ЛП), если клинически осуществимо[22].

Лабораторные признаки, которые помогут выявить сепсис у новорожденных:

- ◆ Лейкоцитоз > 15x10<sup>9</sup>/л;
- ◆ Лейкопения 9/л;

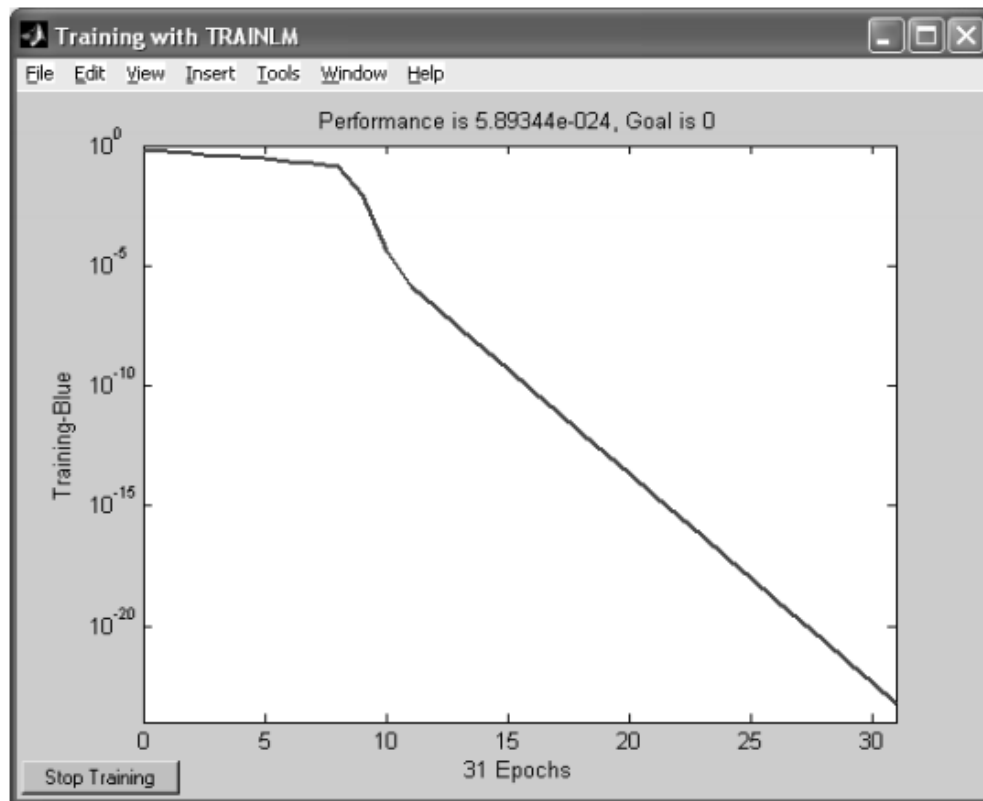


Рис. 1. Процесс обучения НС

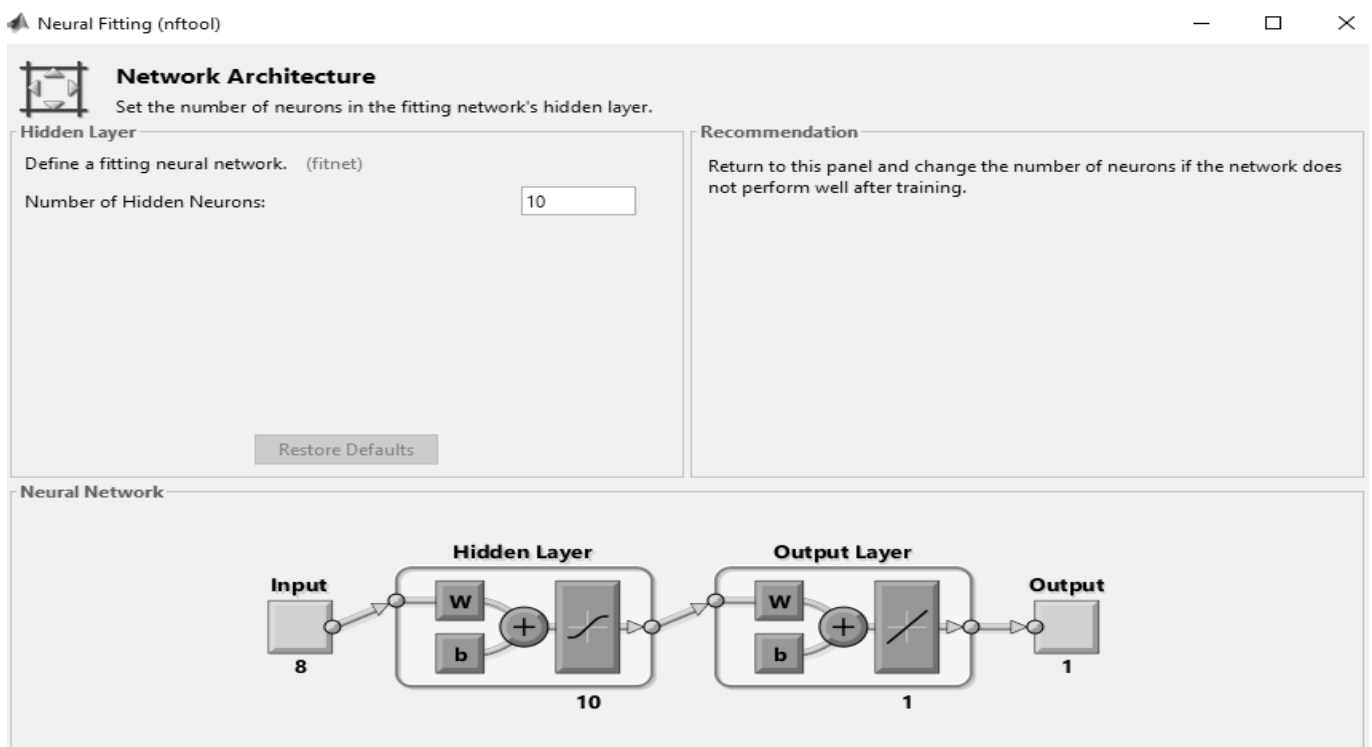


Рис. 2. Структура нейронной сети для распознавания сепсиса у новорожденных

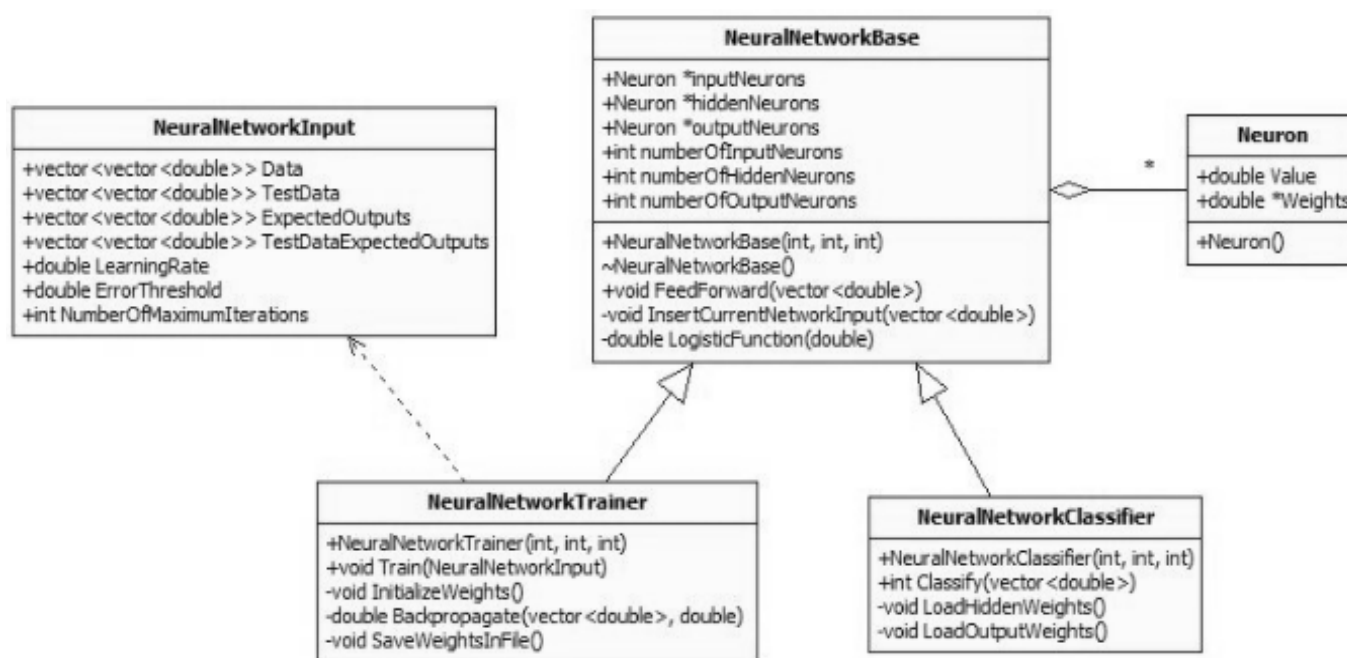


Рис. 3. Диаграмма классов, перераспределенная в процессе обучения нейронной сетью на электронных медицинских картах

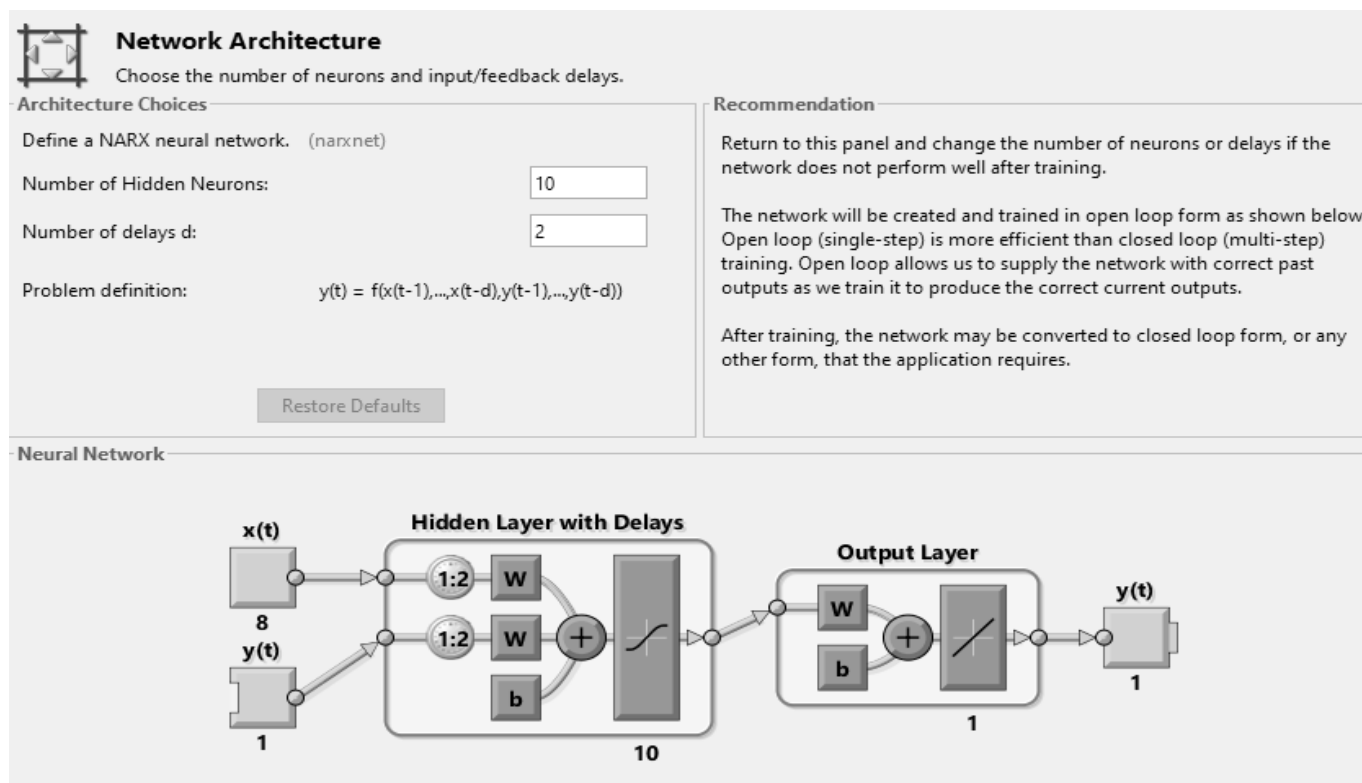


Рис. 4. Прогнозная модель распознавания сепсиса в MatLab

- ◆ Нейтрофилез  $> 6 \times 10^9/\text{л}$ ;
- ◆ Нейтропения  $9/\text{л}$
- ◆ Юные формы нейтрофилов  $> 1,5 \times 10^9/\text{л}$ ;
- ◆ Токсическая зернистость нейтрофилов;
- ◆ Нейтрофильный индекс  $> 0,2$ ;
- ◆ Уровень СР-белка  $> 6 \text{ мг/л}$ ;
- ◆ Уровень прокальцитонина  $> 2 \text{ нг/мл}$ ;
- ◆ Уровень интерлейкина-8  $> 100 \text{ пг/мл}$ [23].

Данная информация поможет нейронной сети распознать сепсис у новорожденного. Искусственные нейронные сети в среде MATLAB можно проектировать как с помощью специального встроенного пакета NNTool, так и непосредственно в командном окне. С помощью программы можно изображать процесс обучения для нейронных сетей (рисунок 1) в виде графика, а значит, пользователь может определить, как проходил процесс обучения и сколько циклов обучения понадобилось, чтобы ошибка обучающего множества достигла нужного уровня.

Структура нейронной сети для распознавания сепсиса у новорожденных представлена на рисунке 2

На рисунке 3 представлена диаграмма классов, перераспределенная в процессе обучения.

Предлагаемая сеть состоит из трех слоев: входной слой, скрытый слой, и выходной слой. В качестве обучающей выборки могут быть собраны обезличенные данные электронных медицинских карт новорожденных.

Прогнозная модель распознавания сепсиса представлена на рисунке 4.

На рисунке 4 представлены:

w — Вес входящего показателя для построения нейронной сети;

d — Количество задержек нейронной сети;  
Hidden Layer Delays — скрытый слой обучения с задержками;  
Output Layer — выходной слой.

Загрузка данных для обучения нейронной сети проводится непосредственно из медицинской карты. При этом используются следующие функции:

```
A = importdata(filename),
A = importdata('-pastespecial')
A = importdata(__, delimiterIn),
A = importdata(__, delimiterIn, headerlinesIn)
[A, delimiterOut, headerlinesOut] = importdata(__)
```

Как только нейронная сеть соответствует данным, она формирует обобщение отношения ввода-вывода и может использоваться для распознавания сепсиса для сведений новорожденных, на которых сеть не обучалась.

## Заключение

В статье рассмотрена структура нейронной сети для распознавания сепсиса в отделении интенсивной терапии новорожденных путем анализа доступных электронных данных медицинской карты. Учитывая текущую неспособность диагностировать сепсис у новорожденных, меры по контролю состояния должны вводиться эмпирически и деэскалироваться, если сепсис не выявлен. Хотя может показаться, что изначально эти факторы снижают потенциальную точность любой системы оповещения о сепсисе, глобальная осведомленность о сепсисе повысит точность этих систем. Рассмотренный подход с использованием нейронных сетей является основой для создания автоматизированных систем реагирования и распознавания сепсиса в отделениях интенсивной терапии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Shashikumar, S.P., Wardi, G., Malhotra, A. et al. Artificial intelligence sepsis prediction algorithm learns to say "I don't know". npj Digit. Med., 2021. — 4, 134 p.
2. Rhee, C. et al. Incidence and trends of sepsis in US hospitals using clinical vs claims data, 2009–2014. JAMA 318, 2017, p. 1241–1249.
3. Mao, Q. et al. Multicentre validation of a sepsis prediction algorithm using only vital sign data in the emergency department, general ward and ICU. BMJ Open 8, e017833, 2018. — 12 p.
4. Desautels, T. et al. Prediction of sepsis in the intensive care unit with minimal electronic health record data: a machine learning approach. JMIR Med. Inform. 4, e28, 2016. — 25 p.
5. Reyna, M.A. et al. Early prediction of sepsis from clinical data: the PhysioNet/Computing in Cardiology Challenge 2019. Crit. Care Med. 1, 2019.
6. Fleuren, L.M. et al. Machine learning for the prediction of sepsis: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy. Intensive Care Med., 2020. — 25 p.
7. Sendak, M.P., Gao, M., Brajer, N. & Balu, S. Presenting machine learning model information to clinical end users with model facts labels. NPJ Digital Med. 3, 2020, p. 1–4.
8. Singal G, Currier P. How can we best use electronic data to find and treat the critically ill?. Crit Care Med. 2012;40:2242–3.
9. Murdoch TB, Detsky AS. The inevitable application of big data to health care. JAMA. 2013; 309:1351–2.

10. Herasevich V, Kor DJ, Subramanian A, et al. Connecting the dots: rule-based decision support systems in the modern EMR era. *J Clin Monit Comput.* 2013; 27(4):443–8.
11. Harrison AM, Herasevich V, Gajic O. Automated sepsis detection, alert, and clinical decision support: act on it or silence the alarm? *Crit Care Med.* 2015; 43:1776–7.
12. Snoek, J., Larochelle, H. & Adams, R.P. Practical bayesian optimization of machine learning algorithms. *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, 2012. — p. 2951–2959.
13. Moskowitz, A., McSparron, J., Stone, D.J. & Celi, L.A. Preparing a new generation of clinicians for the era of big data. *Harv. Med. Stud.* 2015, Rev. 2, 24p.
14. Mannini A, Sabatini AM. Machine learning methods for classifying human physical activity from on-body accelerometers. *Sensors (Basel).* 2010; 10:1154–75.
15. Gill PS, Kamath A, Gill TS. Distraction: an assessment of smartphone usage in health care work settings. *Risk Manag Healthc Policy.* 2012; 5:105–14.
16. Барский, А.Б. Логические нейронные сети: Учебное пособие / А.Б. Барский. — М.: Бином, 2013. — 352 с.
17. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории. / А.И. Галушкин. — М.: РиС, 2015. — 496 с.
18. Zhang W., Zhang Z., Chao H.C., & Guizani M. Toward Intelligent Network Optimization in Wireless Networking: An Auto-Learning Framework. *IEEE Wireless Communications*, 26(3), 2019, pp.76–82.
19. Arulkumaran K.; Deisenroth M.P.; Brundage M.; et al. Deep Reinforcement Learning: A Brief Survey. *IEEE Signal Processing Magazine*, 34(6), 2017 pp. 26–38.
20. Joy N.M.; Baskar M.K.; & Umesh S. DNNs for unsupervised extraction of pseudo speaker-normalized features without explicit adaptation data. *Speech Communication*, 92, 2017, pp. 64–76.
21. Неонатальный сепсис [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.msmanuals.com/ru> (дата обращения: 05.10.2021).
22. Рооз Р., Генцель-Боровичеши О., Прокиitte Г. Неонатология. Практические рекомендации. — М.: Медицинская литература, 2011. — 568 с.
23. Сепсис новорожденных. Современные проблемы диагностики и лечения [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://medi.ru/info/3430/> (дата обращения: 05.10.2021).

© Хассанин Хатем Мохамед Абдель Максуд ( Blombygg1@gmail.com ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский Томский политехнический университет



## СПОСОБ ЛЕЧЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ АЭРОИОНАМИ

### METHOD FOR TREATMENT OF MECHANICAL JARCUS WITH NEGATIVE AEROIONS

**E. Boyarkin**  
**A. Belyaev**  
**N. Bepalov**  
**P. Parkin**  
**D. Babas**  
**A. Majorov**

*Summary.* Objective: to develop a technology for the treatment of mechanical jaundice with negative aeroions.

**Materials and methods:** 20 laboratory animals (mature male rats of the Vinar series with an average body weight of 200–250 g) were used in the experiment, divided into 2 groups: experimental — 15 and control — 5 individuals, respectively. Surgical treatment for the creation of reversible mechanical jaundice was performed under thiopental-sodium anesthesia. A day after the operation, the experimental group of animals was exposed to the general effect of negative aeroions for 30 calendar days of observation. Decompression of choledochus (resolution of mechanical jaundice) was performed on the 3rd day after surgery. During the experiment, the general condition of the animals was evaluated daily (behavior, reflexes, skin color, the condition of the postoperative wound), in order to control functional disorders of the liver, venous blood was taken from the tail vein for biochemical analysis (total bilirubin, alanine aminotransferase (AIAT), alkaline phosphatase (ALP), catalase). The deficit in the volume of circulating blood was compensated by bolus injection of an isotonic sodium chloride solution in an average dosage of 0.1 ml/kg of animal body weight into the tail vein.

**Results:** positive results of the use of mechanical jaundice therapy with negative aeroions were obtained.

**Conclusion:** negative aeroionotherapy provides antioxidant protection of hepatocytes in cytolytic syndrome caused by mechanical obstruction of the biliary system, accelerates the regeneration of tissues of postoperative wounds.

**Keywords:** obstruction of the biliary system, negative aeroion therapy, lipid peroxidation.

**Бояркин Евгений Викторович**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский Мордовский государственный  
университет им. Н.П. Огарева»  
boyarkin\_ev@mail.ru

**Беляев Александр Назарович**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский Мордовский государственный  
университет им. Н.П. Огарева»  
belyaevan@mail.ru

**Беспалов Николай Николаевич**

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский Мордовский государственный  
университет им. Н.П. Огарева»  
2243705@mail.ru

**Паркин Павел Николаевич**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет  
им. Н.П. Огарева»  
parkin.p2000@yandex.ru

**Бабась Денис Владимирович**

ГБУЗ РМ «МРЦКБ», Саранск  
doctor\_08@inbox.ru

**Майоров Алексей Валентинович**

К.м.н., ГБУЗ РМ «МРЦКБ», Саранск  
freshmen@mail.ru

*Аннотация.* Цель исследования: разработка технологии лечения механической желтухи отрицательными аэроионами.

**Материалы и методы:** в эксперименте было использовано 20 лабораторных животных (половозрелые крысы мужского пола серии Винар со средней массой тела 200–250 гр), разделенных на 2 группы: опытная — 15 и контрольная — 5 особей соответственно. Оперативное лечение по созданию обратимой механической желтухи производилось под тиопентал-натриевым наркозом. Через сутки после операции опытная группа животных подвергалась общему воздействию отрицательных аэроионов на протяжении 30-ти календарных дней наблюдения. Декомпрессия холедоха (разрешение механической желтухи) проводилась на 3-и сутки после операции. На протяжении эксперимента ежедневно оценивалось общее состояние животных (поведение, рефлексы, окраска кожных покровов, состояние послеоперационной раны), с целью контроля за функциональными нарушениями печени производился забор венозной крови из хвостовой вены для биохимического анализа (общий билирубин, аланиновая аминотрасфераза (АлАТ), щелочная фосфатаза (ЩФ), каталаза). Дефицит объема циркулирующей крови восполняли болюсным введением изотонического раствора натрия хлорида в средней дозировке 0,1 мл/кг массы тела животного в вену хвоста.



## Введение

**О**бструкция желчевыводящей системы с последующей гипертензией протоков обуславливает развитие печеночно-клеточной недостаточности и является одной из наиболее частых причин патологии гепатобилиарной зоны [1].

Помимо хирургического лечения причин механической желтухи широко применяется способ системной метаболической коррекции функциональных нарушений печени путем внутривенных капельных и болюсных введений лекарственных средств (антибактериальные препараты, гепатопротекторы, витамины, антиоксиданты). Известно, что при механической желтухе за счет активации процесса оксидативного стресса усиливается механизм перекисного окисления липидов, приводящий к цитолизу гепатоцитов.

Антиоксидантное действие электрических зарядов воздуха на клетки организма человека было доказано еще в 1918 году А.Л. Чижевским (1897–1964). Отрицательно заряженный ионизированный воздух на протяжении десятков лет широко используется в клинической медицине при заболеваниях различных органов и систем. Известны основные показания к применению отрицательной аэроионотерапии, среди которых встречаются патологии органов дыхательной, сердечно-сосудистой и нервной систем, поражение кожных покровов [2]. В современных источниках литературы не указаны попытки применения отрицательной аэроионотерапии при заболеваниях пищеварительной системы (в частности, механической желтухе при желчекаменной болезни).

Моделирование обратимой механической желтухи у лабораторных животных производилось путем наложения на общий желчный проток петли-удавки согласно описанной методике [4]. Декомпрессия холедоха (удаление петли-удавки) осуществлялась на 3-и сутки после моделирования.

Результаты: получены положительные результаты применения терапии механической желтухи отрицательными аэроионами.

Вывод: отрицательная аэроионотерапия оказывает антиоксидантную защиту гепатоцитов при цитолитическом синдроме, вызванном механической обструкцией желчевыводящей системы, способствует ускорению регенерации тканей послеоперационных ран.

*Ключевые слова:* обструкция желчевыводящей системы, отрицательная аэроионотерапия, перекисное окисление липидов.

## Цель исследования

Разработка технологии лечения механической желтухи отрицательно заряженными аэроионами.

## Материалы и методы

Научно-исследовательская работа проводилась в условиях экспериментально-биологической клиники (виварии) при Медицинском институте «МГУ им. Н.П. Огарева» с учетом заключения ЛЭК.

В работе было использовано 20 половозрелых особей крыс-самцов серии Винар со средней массой тела 200–250 гр. Животные прошли недельный карантин и профилактические прививки. Все животные имели свободный доступ к пище и воде.

Экспериментальные животные были разделены на группы: опытная — 15 и контрольная — 5 особей соответственно. Оперативное пособие (моделирование обратимой механической желтухи) проводилось под тиопентал-натриевым наркозом в дозировке 0,1 мл на 100 гр. массы тела животного однократным внутримышечным введением в наружную поверхность бедра. С учетом анатомо-физиологических особенностей выбором оперативного доступа стала верхняя срединная лапаротомия. Обратимая механическая желтуха создана наложением петли-удавки на дистальный отдел холедоха, свободный конец последней выведен через контрапертуру и зафиксирован узловым швом (хирургической нитью ПГА (полигидроксиацетил) 00)) к холке животного. На 3-и сутки эксперимента произведена декомпрессия холедоха путем удаления петли-удавки.

Спустя сутки после операции животных опытной группы (15 особей) помещали в специализированную клетку со встроенным в металлическую крышку-решетку источником отрицательных аэроионов. На протяжении 20 календарных дней прооперированных животных подвергали общему воздействию отрицательно

Таблица 1. Оценка общего состояния лабораторных животных контрольной группы в послеоперационном периоде

Показатель	Период послеоперационного наблюдения (дней)		
	3	10	15
Уровень сознания	Ясное	Ясное	Ясное
Характер питания, состояние послеоперационной раны	Без особенностей	Умеренное снижение массы тела на 10–15 гр. Послеоперационная рана без особенностей, швы лежат хорошо	Восполнение дефицита массы тела до исходных значений. Послеоперационная рана без особенностей (заживление первичным натяжением), швы удалены на 10-е сутки после операции
Поведение, рефлексы (поисковый, оборонительный)	Умеренное снижение двигательной активности, рефлексов	Отмечается незначительное снижение двигательной активности. Рефлексы сохранены.	Активное, рефлексы сохранены.
Цвет кожных покровов (уши, хвост)	Физиологическая окраска кожных покровов	Умеренная желтушность кожи ушей и хвоста.	Физиологическая окраска кожных покровов.

Таблица 2. Оценка общего состояния лабораторных животных опытной группы в послеоперационном периоде

Показатель	Период послеоперационного наблюдения (дней)		
	3	10	15
Уровень сознания	Ясное	Ясное	Ясное
Характер питания, состояние послеоперационной раны	Питание не нарушено. Послеоперационная рана без признаков воспаления, швы лежат хорошо	Питание не нарушено. Послеоперационная рана зажила первичным натяжением (швы удалены на 5-е сутки после операции).	Питание не нарушено. На месте оперативного вмешательства имеется послеоперационный рубец.
Поведение, рефлексы (поисковый, оборонительный)	Умеренное снижение двигательной активности и рефлексов	Отмечается гиперактивное поведение животных (ускорение передвижения внутри клеток, резкое выражение оборонительного рефлекса)	Гиперактивное, рефлексы сохранены
Цвет кожных покровов (уши, хвост)	Физиологическая окраска кожных покровов	Умеренная желтушность кожи ушей и хвоста.	Физиологическая окраска кожных покровов.

заряженными аэроионами в дозировке 10 тыс. аэроионов в 1 см<sup>3</sup> с экспозицией 60 мин. Прооперированные животные контрольной группы оставались интактными после операции.

За прооперированными лабораторными животными наблюдали на протяжении 20 календарных дней. По истечении срока наблюдения животных выводили из эксперимента с помощью летальных доз анестетиков.

Оценку общего состояния прооперированных животных обеих групп проводили на 3, 10 и 15-е сутки послеоперационного периода: характер питания (путем взвешивания), поведения и рефлексов, двигательную

активность, окраску кожных покровов (уши, хвост), состояние послеоперационной раны (таб. 1). С целью контроля за функциональной активностью печени в те же сроки производился забор венозной крови из хвостовой вены для биохимического анализа (общий билирубин, аланиновая аминотрансфераза (АлАТ), щелочная фосфатаза (ЩФ), каталаза) (таб. 2). Определение показателей биохимического анализа крови проводили стандартными методами на анализаторе Dixon Topys 1230.

Результаты биохимического анализа крови обработаны с помощью программы «Statistic 8,0» на абсолютное значение выборочной разницы между показателями биохимического анализа крови (общий билирубин, АлАТ, ЩФ, каталаза) в сравниваемых группах после опе-

Таблица 3. Средние значения показателей биохимического анализа крови у прооперированных лабораторных животных опытной и контрольной групп

Группа животных	День забора крови* после операции	Показатели биохимического анализа крови			
		Общий билирубин (мкмоль/л)	Аланиновая аминотрансфераза (АлАТ) (Ед/л)	Щелочная фосфатаза (ЩФ) (Ед/л)	Каталаза (Ед/мл)
Опытная	3	4,7±0,3	122,1±1,2	361,2±2,1	12,8±0,6
		p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05
	10	2,6±0,8	106,3±1,1	337,4±1,6	16,2±0,8
		p<0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05
	15	1,1±1,0	93,5±0,8	295,2±1,3	11,7±0,5
		p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05
Контрольная	3	4,5±0,6	126,3±0,9	348,2±1,6	14,1±0,7
	10	2,8±0,8	116,4±1,0	327,6±1,2	18,6±0,9
	15	1,3±0,7	95,1±0,7	309,5±1,0	17,4±0,6

Примечание: \* — венозная кровь из хвостовой вены; p — достоверность по отношению к контролю



Рис. 1. Средние значения концентрации общего билирубина в плазме крови прооперированных лабораторных животных опытной и контрольной групп

Примечание: N\* — референсные значения

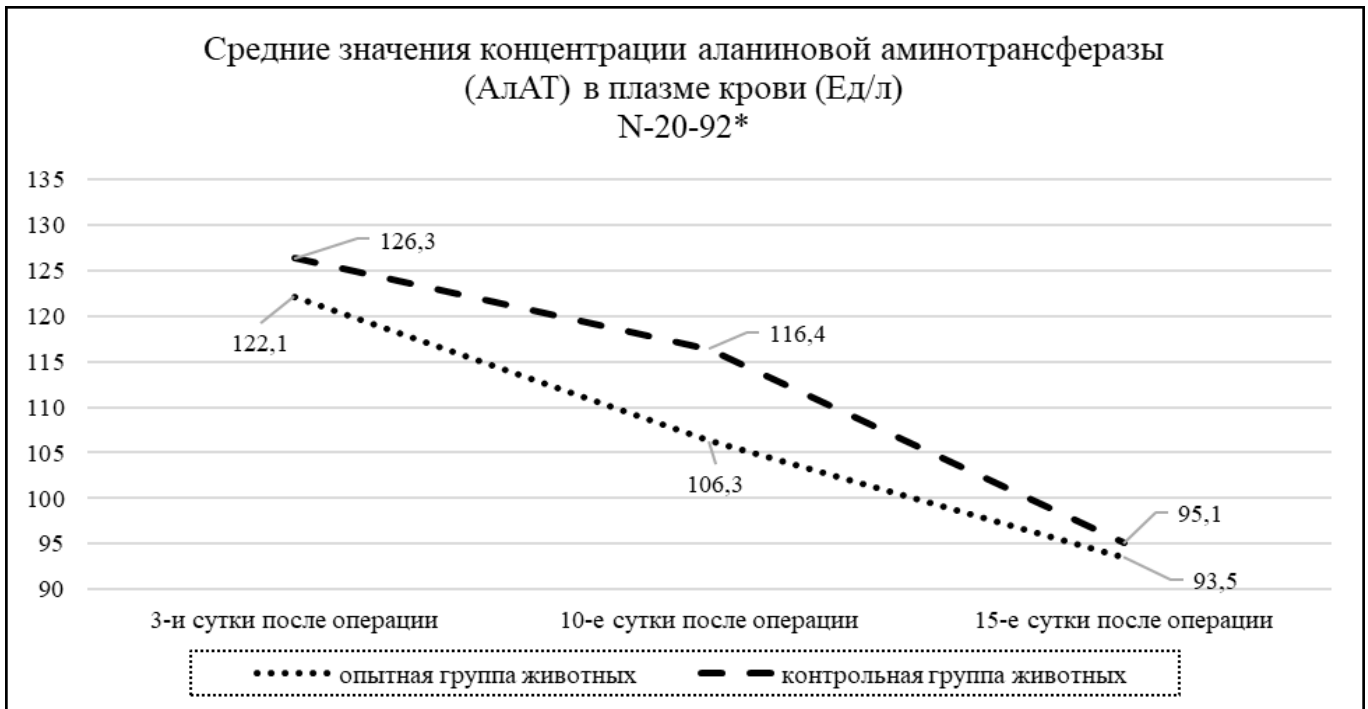


Рис. 2. Средние значения концентрации аланиновой аминотрансферазы (АлАТ) в плазме крови прооперированных лабораторных животных опытной и контрольной групп  
Примечание: N\* — референсные значения

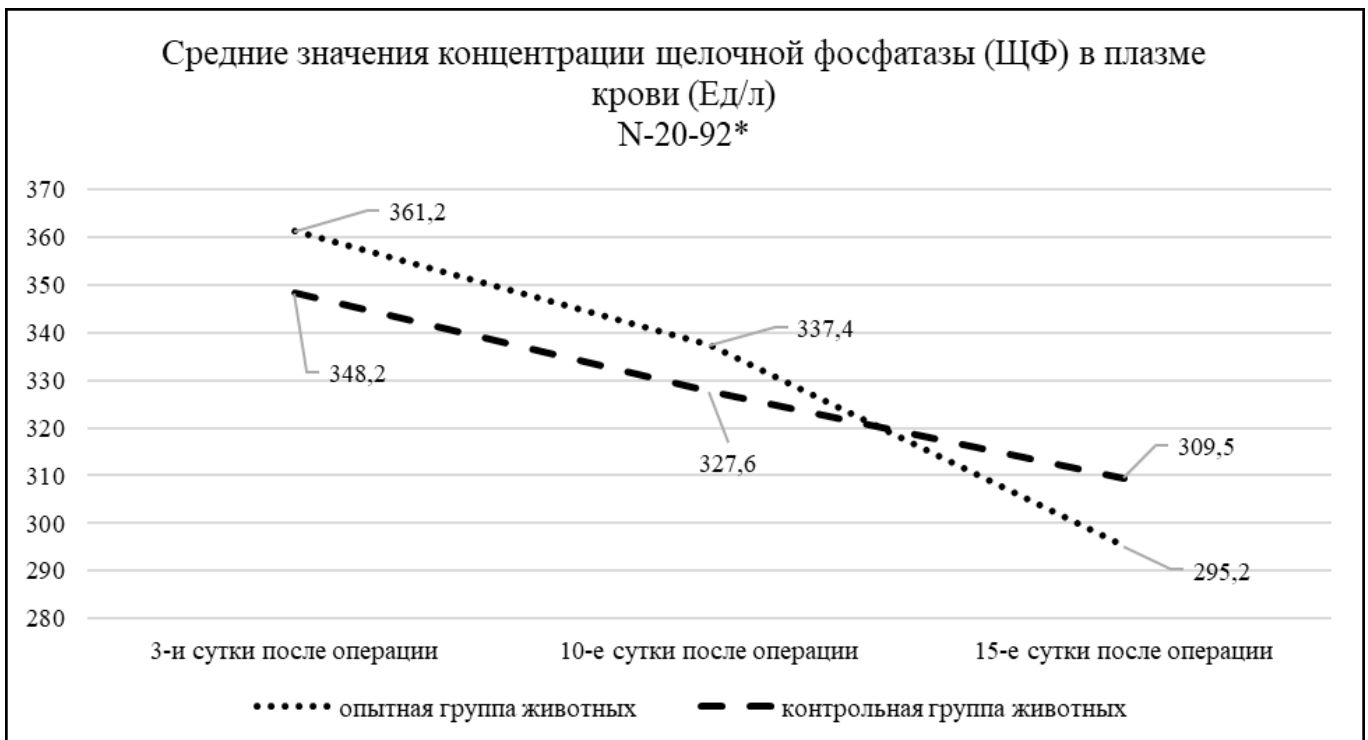


Рис. 3. Средние значения концентрации щелочной фосфатазы (ЩФ) в плазме крови прооперированных лабораторных животных опытной и контрольной групп.  
Примечание: N\* — референсные значения

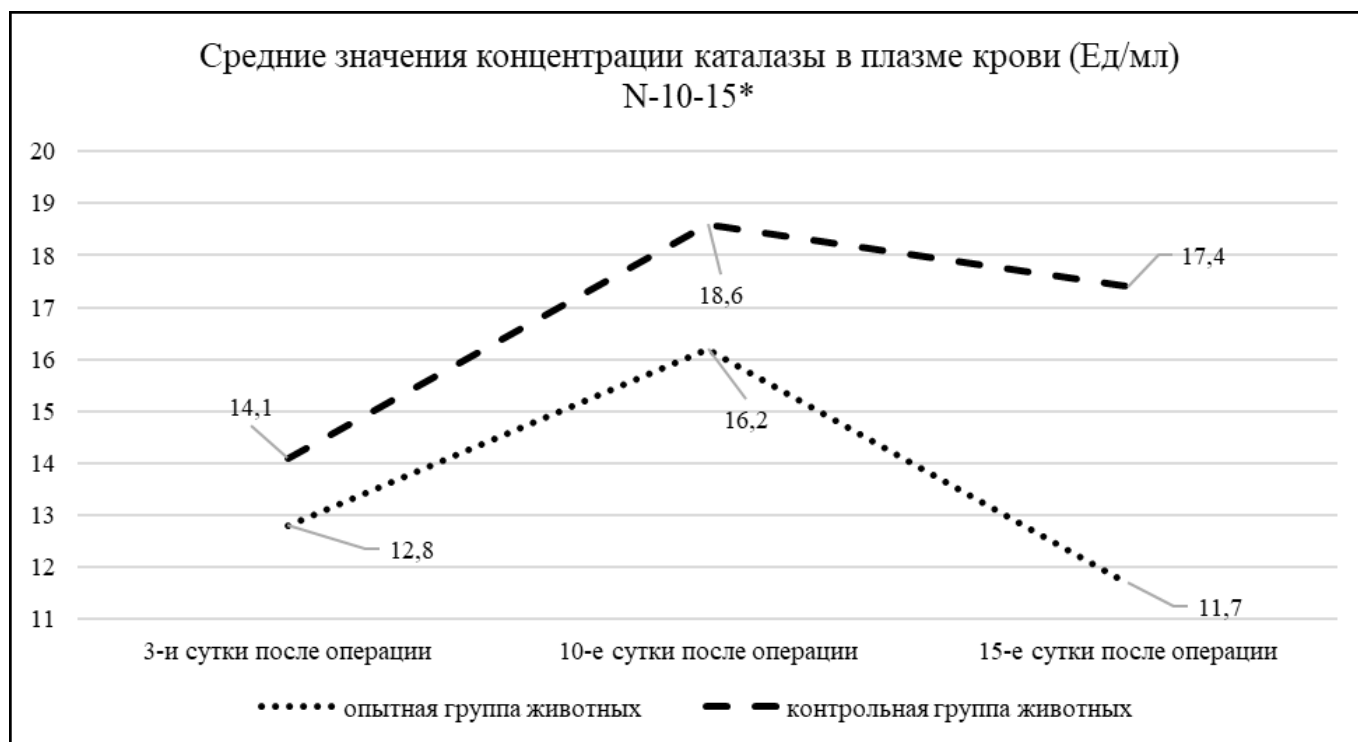


Рис. 4. Средние значения концентрации каталазы в плазме крови прооперированных лабораторных животных опытной и контрольной групп.  
Примечание: N\* — референсные значения

ративного пособия на 3, 10 и 15-е сутки послеоперационного периода.

### Результаты и обсуждение

Показатели оценки общего состояния прооперированных лабораторных животных контрольной группы представлены в таблице 1.

Показатели оценки общего состояния прооперированных лабораторных животных опытной группы представлены в таблице 2.

Средние значения показателей биохимического анализа крови экспериментальных животных обеих групп в процессе динамического наблюдения представлены в таблице 3, сравнительная характеристика в контрольной и опытной группах на графиках 1–4.

При анализе полученных данных установлено, что концентрация общего билирубина в опытной группе сохраняла стойкую тенденцию к понижению по сравнению с контрольной группой. Анализируемый показатель был достоверно ниже на 10-е и 15-е сутки исследования на 7,1 и 15,4% соответственно ( $p < 0,05$ ). (см. рис. 1)

Концентрация аланиновой аминотрансферазы имела схожую динамику. Данный показатель в опытной группе (относительно контроля) был достоверно ниже на тех же сроках на 8,8 и 1,7% соответственно ( $p < 0,05$ ). (см. рис. 2)

Щелочная фосфатаза в опытной группе была достоверно ниже относительно контрольной лишь на 15-е сутки наблюдения на 4,6% ( $p < 0,05$ ). (см. рис. 3)

Во все контрольные дни в опытной группе отмечена стойкая динамика понижения уровня каталазы в крови исследуемых относительно контроля. Показатель был достоверно ниже на третьи, десятые, и, затем, на пятнадцатые сутки наблюдения на 9,2, 12,9 и 32,8% соответственно ( $p < 0,05$ ). (см. рис. 4)

В ходе проведенного экспериментального исследования установлено положительное влияние отрицательной аэроионотерапии при лечении обратимой механической желтухи у лабораторных животных.

Анализ проделанной научно-исследовательской работы показал активное участие отрицательно заряженных аэроионов в поведенческой сфере экспери-

ментальных животных (уменьшение сроков послеоперационной реабилитации), ускорении заживления послеоперационной раны, метаболических процессов в местных тканях в виде быстрого заживления послеоперационной раны во время проведения эксперимента на лабораторных животных с обратимой механической желтухой нами не выявлено побочных эффектов от проводимых регионарных инфузий: на 15-е сутки послеоперационного периода отмечается уменьшение признаков печеночной энцефалопатии в виде восстановления сознания и нормализации рефлексов, восполнение дефицита массы тела (разница от исходных величин оценивалась путем взвешивания животных на 5, 10 и 15-е сутки послеоперационного периода), купирование явлений желтухи (физиологическая окраска кожи ушей и хвоста).

## Заключение

Катетеризация воротной вены печени у лабораторных животных (крыс) дает возможность проведения внутриворотальной введения лекарственных средств при патологии гепатобилиарной зоны. Регионарная терапия предусматривает адресную доставку действующих веществ к очагу поражения, обеспечивает точную коррекцию дозировки вводимых препаратов и минимизирует побочные эффекты, характерные для системного применения лекарственных средств. Во время эксперимента нами не выявлено осложнений от проведенной катетеризации портальной вены в течение 20-ти дней наблюдений. Исходя из этого, использование данного метода возможно в течение длительного времени.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ветшев П.С. Механическая желтуха: причины и диагностические подходы / П.С. Ветшев // *Анналы хирургической гепатологии*. — 2011. — Т. 16, № 3, — С. 50–57. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2015359-67>
2. Беляев, А.Н., Беляев, С.А., Костин, С.В., Хвостунов, С.И., Елистратов, Ю.В., Церковнов С.С. (2012). Интенсивная терапия печеночной недостаточности при механической желтухе. *Медицинский альманах*, (2). — С. 167–170.
3. *Журнал Русской Физической Мысли*, 2014, № 1–12, стр. 125
4. Беляев А.Н. Эффективность внутриворотальных инфузий мексидола при лечении механической желтухи. *Журнал «Хирургия»* № 9, 2009, стр. 66–69.
5. Бекбауов С.А. Современные подходы диагностики и лечения печеночно-почечной недостаточности у больных механической желтухой / С.А. Бекбауов, Е.М. Липницкий, А.Е. Котовский, В.Г. Истратов // *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. — 2013. — Т. 8, № 2. — С. 76–78.
6. Воротынцев А.С. Современные представления о диагностике и лечении желчнокаменной болезни и хронического калькулезного холецистита / А.С. Воротынцев // *Лечащий врач*. — 2012. — № 07/12.
7. Рогальский А.В. Эффективность озонотерапии в комплексном лечении механической желтухи: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. — Бишкек, 2011. — 24 с.
8. Трегубова Н.В. Возрастные изменения прооксидантного — антиоксидантного баланса при оксидативном стрессе / Н.В. Трегубова, И.С. Исмаилов // *Вестник АПК Ставрополья*. — 2012. — № 3. — С. 142–148.
9. Copple B.L. Hypoxia-Inducible Factor Activation in Myeloid Cells Contributes to the Development of Liver Fibrosis in Cholestatic Mice / B.L. Copple, S. Kaska, C. Wentling // *J. Pharmacol. Exp. Ther.* — 2012. — Vol. 341. — P. 307–316.
10. Damjanović Z. Correlation of inflammation parameters and biochemical markers of cholestasis with the intensity of lipid peroxidation in patients with choledocholithiasis / Z. Damjanović, M. Jovanović, A. Nagorni, M. Radojković // *Vojnosanit Pregl.* — 2013. — Vol. 70(2). — P. 170–6.

© Бояркин Евгений Викторович ( boyarkin\_ev@mail.ru ), Беляев Александр Назарович ( belyaevan@mail.ru ), Беспалов Николай Николаевич ( 2243705@mail.ru ), Паркин Павел Николаевич ( parkin.p2000@yandex.ru ), Бабась Денис Владимирович ( doctor\_08@inbox.ru ), Майоров Алексей Валентинович ( fleshmen@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРОВАННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

### BIOMEDICAL ASPECTS OF THE EFFECTS OF IONIZED RADIATION ON THE HUMAN BODY

**S. Guliyeva  
G. Garayeva**

*Summary.* This article analyzes open publications on this problem and in a simple accessible form answers to the main questions related to the nature of radioactive radiation and its impact on our lives. The history of the discovery of radioactive radiation is summarized. The effect of radioactive radiation on the DNA molecule is described, as well as the important role of toxic products in the mechanisms of development of ionized lesion. It is noted that the most significant radiation in ionized radiation is damage to nuclear chromatin, which often leads to cell death. The effect of ionizing radiation is manifested at all levels of biological organization at the level of macromolecules, cells, tissues, organs, and a holistic organism. The main stages in the action of radiation on biological systems are indicated.

The mechanism of biochemical processes and some peculiarities of exposure to radioactive pollution of the environment by ionizing radiation of radioactive substances of different origin, influencing.

*Keywords:* radiation, free radical peroxidation of lipids, deoxyribonucleic acid, membrane-bound enzymes.

**Гулиева Севда Вагиф кызы**

*К.б.н., доцент, Научно-исследовательский центр  
Азербайджанского Медицинского Университета, г. Баку  
sevda.quliyeva.1970@mail.ru*

**Гараева Гюнель Галиб кызы**

*Ординатор, Центральный Госпиталь Вооруженных  
Сил Азербайджана, г. Баку*

*Аннотация.* В данной статье анализированы открытые публикации по этой проблеме и в простой доступной форме приводятся ответы на основные вопросы, связанные с природой радиоактивного излучения и его влияния на нашу жизнь. Кратко изложена история открытия радиоактивного излучения. Описано влияние радиоактивного облучения на молекулу ДНК, а также важную роль токсичных продуктов в механизмах развития ионизированного поражения. Отмечено, что наиболее существенным при ионизированном облучении является повреждение ядерного хроматина, которое часто приводит к гибели клетки. Действие ионизирующего излучения проявляется на всех уровнях биологической организации на уровне макромолекул, клеток, тканей, органов, целостного организма. Указаны основные стадии в действии излучений на биологические системы.

Рассмотрены механизм биохимических процессов и некоторые особенности воздействия радиоактивного загрязнения окружающей среды ионизирующим излучением радиоактивных веществ различного происхождения, влияющие на процессы жизнедеятельности.

*Ключевые слова:* радиация, свободнорадикального перекисного окисления липидов, дезоксирибонуклеиновая кислота, мембраносвязанные ферменты.

**В** естественных условиях каждый человек непрерывно подвергается воздействию ионизирующей радиации в результате космического излучения, вследствие излучения естественных радионуклидов, находящихся в земле, пище, растениях и в самом организме человека.

Уровень естественной радиоактивности, вызываемый естественным фоном, невелик. Организм человека привык к такому уровню облучения и он считается безвредным для него.

Изначально материя была в значительной степени радиоактивной. Но, по истечении времени большинство ядер природных радиоактивных веществ подверглись радиоактивному распаду и стали устойчивыми. Многие вещества всё ещё радиоактивны и являются

источниками ионизирующего излучения. Параллельно этому, излучения Космоса и Солнца постоянно воздействуют на организм и окружающую среду. Таким образом, вся жизнь на земле развивается в среде, которая является естественно — радиоактивной.

Ионизирующее излучение было открыто в 1895 году Вильгельмом Конрадом Рентгеном в Германии, который зафиксировал неизвестные ранее лучи, которые проникали сквозь тело человека. Эти лучи, однако, не были связаны с естественной радиоактивностью. Рентген получил их в электронной лампе, разгоняя поток электронов от одного электрода к другому. Это открытие вдохновило других учёных искать таинственные лучи, и в 1896 году было сделано следующее открытие: французский физик Анри Беккерель изучал минеральный образец урана и обнаружил, что он испускал лучи



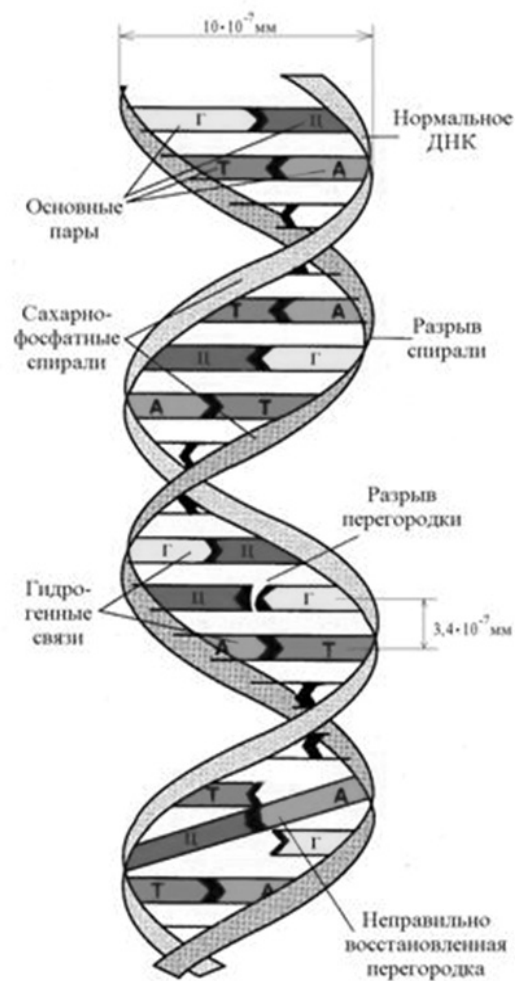


Рис. 1. Влияние радиоактивного облучения на молекулу ДНК.

того же самого типа, что и лучи Рентгена. Беккерель обнаружил явление естественной радиоактивности.

Далее поиск химических элементов, испускающих радиацию, стал более целенаправленным. В 1898 году учёные Мария и Пьер Кюри выделили два радиоактивных элемента: полоний и радий. Радий, который является высоко радиоактивным химическим элементом, скоро оказался полезным в медицине. А в то время об опасности вредного воздействия излучения на организм не было известно [11].

Многие из первопроходцев в области медицины и научных исследований были облучены, и в течение первых десятилетий прошлого столетия некоторые из них погибли от лучевой болезни.

Для того, чтобы понять картину воздействия этих лучей на наш организм нужно понять, что такое ионизирующее излучение.

**Ионизирующее излучение** представляет собой поток частиц, способных вызывать ионизацию вещества. При ионизации происходит отрыв электрона или нескольких электронов от атома, или молекулы, которые при этом превращаются в положительно заряженные ионы. Оторванные от атомов или молекул электроны могут присоединяться другими атомами, или молекулами, образуя отрицательно заряженные ионы. Можно и так сказать, что ионизирующее излучение — это вид энергии, высвобождаемой атомами в форме электромагнитных волн или частиц.

Радиационная опасность зависит от вида излучения (коэффициент качества излучения). Тяжелые заряженные частицы и нейтроны более опасны, чем рентгеновское и гамма-излучение.

В результате воздействия ионизирующих излучений на организм человека в тканях могут происходить сложные физические, химические и биологические

процессы. Ионизирующие излучения вызывают ионизацию молекул и атомов вещества, в результате чего молекулы и клетки ткани разрушаются.

Ионизация живых тканей сопровождается возбуждением молекул клеток, что ведет к разрыву молекулярных связей и к изменению химической структуры различных соединений [1,4,5]

Итак, рассмотрим этапы воздействия ионизированных лучей на живые организмы. Первичное действие радиации любого вида на любой биологический объект начинается с поглощения энергии излучения, что сопровождается возбуждением молекул и их ионизацией. Образующиеся в результате ионизации воды водород (H) и гидроксильная группа (OH) непосредственно либо через цепь вторичных превращений образуют продукты с высокой химической активностью: гидратный окисел (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) и перекись водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), обладающие ярко выраженными окислительными свойствами и высокой токсичностью по отношению к ткани. Вступая в соединения с молекулами органических веществ, и прежде всего с белками, они образуют новые химические соединения, не свойственные здоровой ткани. Иначе говоря, возникают свободные радикалы, которые, включаясь в протекающие в организме химические реакции, нарушают течение обмена веществ и, вызывая появление несвойственных организму соединений, нарушают процессы жизнедеятельности [10].

Последующие биохимические процессы повреждения развиваются медленнее. Образовавшиеся активные радикалы нарушают нормальные ферментативные процессы в клетке, что ведёт к уменьшению количества богатых энергией (макроэргических) соединений. В результате цепных реакций, возникающих при поглощении энергии излучения, изменяются многие компоненты клетки, в том числе макромолекулы (дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), ферменты и др.), а также малые молекулы (аденозинтрифосфорная кислота, коферменты и др.). Особой чувствительностью к облучению является синтез ДНК в интенсивно делящихся клетках. Все вышеперечисленное приводит к нарушению ферментативных реакций, физиологических процессов и клеточных структур [4].

Известно, что молекулы ДНК, представляющие главную составную часть наследственного вещества высших организмов, имеют нитевидную форму в виде двойных спиралей.

При облучении нити ДНК резко скручиваются, образуются водородные мостики между различными нитями ДНК, нарушается спиральное строение молекулы; особенно характерно разрушение двойных спиралей

ДНК, скручивание или внутримолекулярная полимеризация (образование молекулярных сеток), раскрытие двойных спиралей, разветвление и т.п. В зависимости от величины, а также мощности дозы излучения изменяется молекулярный вес и радиус спиралей ДНК. Структуры ДНК уникальны. Если повреждения молекул других типов могут быть скомпенсированы за счет оставшихся неповрежденными молекул белков, полисахаридов и т.п., то в случае ДНК такой путь исключен. Однако, если дело идет о ДНК в неделящихся клетках, повреждение каких-то участков ее цепи может и не сказаться существенно на жизнедеятельности этих клеток. Для делящихся клеток значение повреждения ДНК трудно переоценить. Если в результате облучения возникли называвшиеся ранее повреждения ДНК, например, двойные разрывы или сшивки, нормальная репликация осуществиться не может. При формировании хромосом повреждения ДНК проявляются возникновением мостов, фрагментов и других типов хромосомных aberrаций, многие из которых летальны, поскольку при них невозможно равномерное распределение генетического материала между дочерними клетками. Эта форма гибели клеток в митозе получила наименование репродуктивной гибели.

Количество повреждений ДНК, возникающих в результате облучения, достаточно велико.

Каждое из этих событий могло бы иметь фатальные последствия, если бы не существовало системы, способной ликвидировать большинство возникших повреждений ДНК. Существование в клетках механизмов и ферментных систем, обеспечивающих восстановление большинства начальных повреждений ДНК, обусловлено необходимостью поддержания стабильности генома, восстановления от постоянно возникающих повреждений ДНК в результате воздействия радиационного фона, присутствия в среде химических мутагенов, нарушений и сбоев, случайно возникающих в процессе жизнедеятельности клеток. Без таких механизмов организм не достигнет взрослого состояния, не оказавшись жертвой злокачественного образования или каких-то других последствий повреждения генетического материала. Непосредственной причиной репродуктивной гибели клеток являются невосстанавливаемые повреждения ДНК, прежде всего, двойные разрывы цепей и повреждения ДНК-мембранного комплекса [3,11].

Еще одним важным для организма результатом ионизированного повреждения ДНК является возникновение наследуемых повреждений генетического материала — мутаций, следствием которых может быть злокачественное перерождение соматических клеток (клетки тела) или дефекты развития у потомства. Вызванная облучением дестабилизация ДНК, процесс вос-

Таблица 1. Основные стадии в действии излучений на биологические системы.

Стадия	Процессы	Продолжительность стадии
Физическая	Поглощение энергии излучения; образование ионизированных и возбужденных атомов и молекул	$10^{-16}$ – $10^{-15}$ с
Физико-химическая	Перераспределение поглощенной энергии внутри молекул и между ними, образование свободных радикалов	$10^{-14}$ – $10^{-11}$ с
Химическая	Реакции между свободными радикалами и между ними и исходными молекулами. Образование широкого спектра молекул с измененными структурой и функциональными свойствами.	$10^{-6}$ – $10^{-3}$ с
Биологическая	Последовательное развитие поражения на всех уровнях биологической организации от субклеточного до организменного; развитие процессов биологического усиления и процессов восстановления.	Секунды — годы

становления ее повреждений могут способствовать внедрению в геном клетки или активации онковирусов, ранее существовавших в геноме в репрессивном состоянии. При воздействии малых доз облучения эти процессы являются одним из наиболее существенных проявлений повреждающего действия радиации [4].

Репарация свойственна клеткам всех организмов процесс восстановления природной структуры ДНК, поврежденной при нормальном биосинтезе ее в клетке или под воздействием различных физических или химических агентов. Осуществляется специальными ферментными системами клетки.

Другая мишень действия радиации на клетки — внутриклеточные мембраны. Активация под влиянием облучения реакций свободнорадикального перекисного окисления липидов может привести к деструктивным изменениям мембран, к поражению мембраносвязанных ферментов, к нарушениям проницаемости мембран, нарушениям активного транспорта веществ через мембраны, снижению ионных градиентов в клетке, нарушениям процесса синтеза АТФ, к выходу ферментов из мест их специфической локализации, поступлению их в ядро и как следствие этого к дезорганизации ядерных структур и гибели клетки. Токсичные продукты перекисного окисления липидов, образующиеся под влиянием облучения, способны сами по себе оказывать эффекты, сходные с облучением. Их возникновение играет важную роль в механизмах развития ионизированного поражения [6,7,8].

Перечисленные процессы осуществляются в три последовательно протекающие стадии: физическую, физико-химическую и химическую в течение чрезвычайно короткого промежутка времени (в пределах 1 миллисекунды) и являются общими для действия излучений как на живую, так и на неживую материю. Последующая

биологическая стадия — вторичные, (радиобиологические), эффекты на всех уровнях организации живого, занимает значительно большее время, продолжается иногда в течение всей жизни (Табл. 1).

Действие ионизирующего излучения вызывает повреждение клеток. Различают два вида гибели клеток вследствие облучения — митотическую и интерфазную гибель [4,10].

**Интерфазной** гибелью называют гибель клетки до вступления её в фазу митоза, в большинстве случаев в первые часы после облучения. Этот тип гибели характеризуется расстройством всей метаболической организации клетки.

**Митотическая** (репродуктивная, пролиферативная) гибель возникает вследствие инактивации клетки, наступающей после облучения и после первого или последующих митозов. Поэтому даже при воздействии облучения в больших дозах этот вид гибели может проявляться через отдаленный период времени (до нескольких суток).

Интерфазная гибель является или выражением высокой радиочувствительности клетки или следствием воздействия большой дозы излучения.

Особенно важно нарушение клеточного деления — митоза, т.е. способа деления клеток, обеспечивающий тождественное распределение генетического материала между дочерними клетками и преемственность хромосом в ряду клеточных поколений. При облучении в малых дозах наблюдается временная остановка митоза. Однако, большие дозы могут вызвать полное прекращение деления или гибель клеток. В зависимости от индивидуальных особенностей организма, дозы облучения и продолжительности его воздействия эти

Таблица 2. Радиационные повреждения на всех уровнях биологической организации.

Уровень биологической Организации	Радиационные повреждения
Молекулярный	Повреждение ферментов, ДНК, РНК, нарушение обмена веществ
Субклеточный	Повреждение клеточных мембран, ядер, хромосом, митохондрий, лизосом
Клеточный	Остановка деления и гибель клеток; трансформация в злокачественные клетки
Тканевый	Повреждение ЦНС, костного мозга, желудочно-кишечного тракта
Организменный	Сокращение продолжительности жизни или смерть
Популяционный	Изменение генетической характеристики в результате мутаций

изменения могут быть обратимыми. В результате этих изменений в пораженных тканях происходят защитно-восстановительные процессы или необратимые, что приведет к поражению отдельных органов или всего организма. С увеличением дозы облучения также возрастает воздействие его на организм человека. Таким образом, частичное воздействие облучения меньшими дозами менее губительно, чем получение той же дозы облучения в течение однократного облучения суммарной дозой облучения.

При нарушении нормального хода митоза происходит хромосомные перестройки, возникновение мутаций, приводящих к нарушению в генетическом аппарате клетки, а следовательно, к изменению последующих клеточных поколений. При облучении половых клеток многоклеточных организмов нарушение генетического аппарата ведёт к изменению наследственных свойств развивающихся из них организмов. При облучении в больших дозах происходит набухание ядра (уплотнение хроматина), затем структура ядра исчезает. В цитоплазме при облучении в дозах 10000–20000 *p* наблюдаются изменение вязкости, набухание протоплазматических структур, образование вакуолей, повышение проницаемости. Всё это резко нарушает жизнедеятельность клетки.

Сравнительное изучение радиочувствительности ядра и цитоплазмы показало, что в большинстве случаев чувствительно к облучению ядро (например, облучение ядер сердечной мышцы тритона в дозе нескольких протонов на ядро вызвало типичные деструктивные изменения; доза в несколько тысяч раз большая не повредила цитоплазмы). Многочисленные данные показывают, что клетки наиболее радиочувствительны в период деления, т.е. при облучении поражаются прежде всего растущие ткани. Это делает облучение наиболее опасным для детей и беременных женщин. Именно, на этом и основана радиотерапия опухолей — расту-

щая ткань опухоли погибает при облучении в дозах, которые меньше повреждают окружающие нормальные ткани [9,10].

Возникающие в облучаемых клетках изменения ведут к нарушениям в тканях, органах и жизнедеятельности всего организма. Особенно выражена реакция тканей, в которых отдельные клетки живут сравнительно недолго. Слизистая оболочка желудка и кишечника, которая после облучения воспаляется, покрывается язвами, следствием чего является нарушение пищеварения и всасывания, а далее истощение организма, отравление его продуктами распада клеток и проникновение бактерий, живущих в кишечнике, в кровь. Нарушение целостности кроветворной системы ведёт к резкому уменьшению числа лейкоцитов в периферической крови и к снижению её защитных свойств. Параллельно снижается выработка антител, что приводит к ослаблению защитных сил организма. Уменьшается и количество эритроцитов, с чем связано нарушение дыхательной функции крови. Как было отмечено выше, ионизирующее облучение обуславливает нарушение половой функции и образования половых клеток вплоть до полного бесплодия (стерильности) облученных организмов. Особую роль в развитии ионизированного облучения животных и человека играет нервная система. Так, у кроликов смертельный исход при облучении в дозе 1000 *p* часто определяется нарушениями в центральной нервной системе, вызывающими остановку сердечной деятельности и паралич дыхания. Исследования биоэлектрических импульсов мозга облученных животных и людей, подвергающихся лучевой терапии, показали, что нервная система раньше других систем организма реагирует на радиационное воздействие [2,3].

Биологическое воздействие ионизирующих излучений в значительной степени зависит от состояния центральной нервной системы и внутренних органов. Нервные заболевания, а также заболевания сердеч-

но-сосудистой системы, кроветворных органов, почек, желез внутренней секреции снижают выносливость человека к облучению [11,16].

В результате облучения могут наблюдаться следующие основные виды клеточных реакций: угнетение деления, разные типы хромосомных aberrаций и различные летальные эффекты. Угнетение клеточного деления относится к функциональным неспецифическим клеточным нарушениям, носит временный, обратимый характер и может наблюдаться как у одноклеточных организмов, так и у клеток, составляющих ткани высших организмов. Как правило, угнетение клеточного деления является результатом воздействия малых доз излучения. При воздействии больших доз клеточное деление полностью прекращается и приводит к бесплодию. При воздействии разных видов излучений длительность обратимого угнетения клеточного деления и процент клеток, у которых деление полностью прекратилось, возрастают по мере увеличения дозы излучения. С увеличением дозы излучений все большее число клеток теряет способность к размножению или у них временно прекращается процесс деления. Одним из показателей нарушения этой способности клеток к размножению как у одноклеточных, так и у клеток тканей высших организмов является возникновение гигантских форм клеток.

Итак, наиболее существенным при ионизированном облучении является повреждение ядерного хроматина, которое часто приводит к гибели клетки (летальный эффект), либо к возникновению в ней передающейся по наследству мутации. Результатом последней может явиться, например, злокачественное перерождение

клетки и развитие через несколько лет новообразования (генетический эффект) [8].

Действие ионизирующего излучения проявляется на всех уровнях биологической организации на уровне макромолекул, клеток, тканей, органов, целостного организма (табл. 2). Последствием его является возникновение местных изменений (лучевые ожоги, некрозы, катаракты) и общими явлениями (острая хроническая лучевая болезнь), а также отдалёнными последствиями (злокачественные новообразования, гемобластозы, наследственная патология, нарушения репродуктивной функции, функций нейро-эндокринной, иммунной и др. систем, снижение адаптационных возможностей, преждевременное старение, уменьшение средней продолжительности жизни) [4,14,15].

В связи с текущими вызовами современного общества и научно-техническим прогрессом становится необходимостью постоянного совершенствования наших представлений в отношении ионизированных облучений. Конечно же, мы не имеем право остановить эволюцию человеческой цивилизации, что, несомненно, предполагает развитие ядерной энергетики и ядерных технологий, медицинских радиологических процедур, а также космических полетов. Увы, это связано с социальными рисками ядерной войны или локальными военными конфликтами. Поэтому есть необходимость быть готовыми к этому и вооружиться доказательными научными данными для того, чтобы защитить людей. Нужно продолжать проведение комплексных исследований медицинских последствий влияния ионизированного облучения на организм человека в целом и изучение их биологических механизмов.

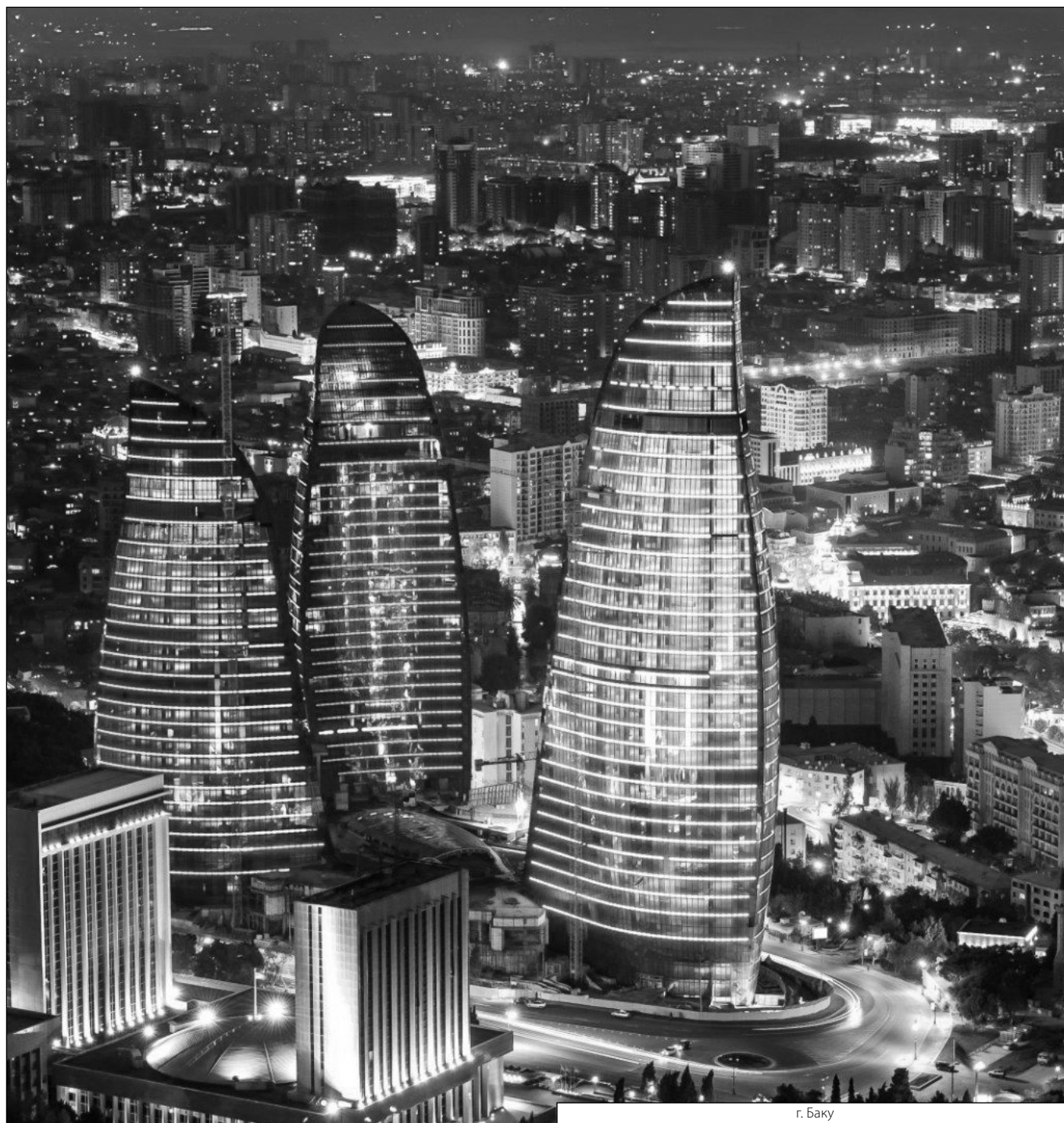
#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексахин Р.М., Книжникова В.А., Тоскаева А.И. К вопросу о малых дозах ионизирующих излучений. //Радиобиология, М., 1986, т. 26, вып.3, С.292–295.
2. Аклеев А.В., Крестинина Л.Ю., Варфоломеева Т.А. Остроумова Е.В., Пушкарев С.А., Шалагинов С.А., Худякова О.И., Веремеева Г.А., Возилова А.В., Холл П. Медикобиологические эффекты хронического воздействия ионизирующей радиации на человека //Медицинская наука и образование Урала. 2008. Том 9, № 2, С. 8–10.
3. Бак З., Александер П.А. Основы радиобиологии //пер. с англ. М., 1963, 500 с.
4. Бекман И.Н. Радиационная и ядерная медицина: физические и химические аспекты. //Радиохимия. Том VII: учебное пособие МО, Щёлково: Издатель Мархотин П.Ю., 2012, 400 с.
5. Борщеговская П.Ю., Розанов В.В., Студеникин Ф.Р. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом: Учеб. пособие, М.: ООП физического факультета МГУ, 2019, 78 с.
6. Гродзенский Д.Э., Радиобиология. //Издательство "Атомиздат", М., 1966, 231 с.
7. Корогодина В.И. Проблемы пострадиационного восстановления //Издательство "Атомиздат" М., 1966, 390 с.
8. Корогодина В.И., Красавин Е.А. 1982. Факторы, определяющие различия в биологической эффективности ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками. //Радиобиология 22(6), С. 727–738.
9. Козлов А.А. К проблеме «малых доз» в радиобиологии //Радиобиология. 1988, т. 28, № 3, С.424–426.
10. Кузин А.М., Радиационная биохимия. //Издательство Академии Наук СССР, М. 1962, 336 с.
11. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Радиационная биофизика (Курс лекций по биологическому действию ионизирующих излучений) М.: Из-во Моск. ун-та, 1972, 242с.

12. Ливанов М.Н. Некоторые проблемы действия ионизирующей радиации на нервную систему. //Медгиз, М., 1962, 196 с.
13. Радиационная медицина: учеб. пособие / А.Н. Гребенюк, В.И. Легеза, В.И. Евдокимов, Д.А. Сидоров; под. ред. С.С. Алексанина, А.Н. Гребенюка; Всерос. центр. экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России.; 2013, Ч. I: Основы биологического действия радиации, 124 с.
14. Тимофеев-Ресовский Н.В. В кн. «Первичные механизмы биологического действия ионизирующих излучений». //М., Изд-во АН СССР, 1963, С. 162.
15. Шапиро Н.И. Радиационная генетика. В сб.: Основы радиационной биологии. //М., Наука, 1964, С.131.
16. Mettler F.A., Upton A.C. Medical effects of ionizing radiation. //Philadelphia: W.B. Saunders. 1995, 430 pp.

---

© Гулиева Севда Вагиф кызы ( sevda.quliyeva.1970@mail.ru ), Гараева Гюнель Галиб кызы.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Баку

## ХИРУРГИЧЕСКАЯ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИЯ МИОКАРДА ПРИ ОСТРОМ КОРОНАРНОМ СИНДРОМЕ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### SURGICAL MYOCARDIAL REVASCULARIZATION IN ACUTE CORONARY SYNDROME. REVIEW

**A. Jalilov  
A. Vischipanov**

*Summary.* A literature review on the topic of acute coronary syndrome without persistent ST segment elevation is presented. The use of this term in clinical practice makes it easier to diagnose and, as a result, accelerate the provision of medical care at the prehospital stage, after the patient enters the hospital and in the first few days of hospital treatment to determine treatment tactics. Invasive treatments for acute coronary syndrome include bypass coronary artery bypass surgery and percutaneous coronary intervention. According to current recommendations of the last decades, the trends in the active treatment of acute coronary syndrome are shifted towards endovascular procedures. However, in a number of cases, the most effective benefit is an open coronary artery bypass grafting operation. The article discusses the options currently used for surgical myocardial revascularization of patients. To date, surgical methods of treating acute coronary syndrome include: coronary artery bypass grafting in conditions of cardiopulmonary bypass in combination with various myocardial protection options, including using various methods of cardioplegia; coronary artery bypass grafting on a working heart — the so-called “off-pump” technique, and coronary artery bypass grafting under conditions of cardiopulmonary bypass perfusion. Studying the problems associated with the tasks and possibilities of surgical treatment of acute coronary syndrome will increase the duration and quality of life of patients with a cardiovascular profile.

*Keywords:* coronary artery bypass grafting, acute coronary syndrome, myocardial infarction, myocardial revascularization.

**Жалилов Адхам Кахрамонович**

*К.м.н., Каршинский филиал республиканский  
специализированный научно-практический  
медицинский центр кардиологии  
Jalilov\_adham@mail.ru*

**Вищипанов Артем Сергеевич**

*Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО «Российский  
Национальный Исследовательский Медицинский  
Университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России*

*Аннотация.* Представлен литературный обзор по теме острого коронарного синдрома без стойкого подъёма сегмента ST. Использование данного термина в клинической практике позволяет облегчить диагностику и, как следствие, ускорить оказание медицинской помощи на догоспитальном этапе, после поступления больного в стационар и в первые несколько суток стационарного лечения, для определения тактики лечения. К инвазивным методам лечения острого коронарного синдрома относят операции обходного шунтирования коронарных артерий и чрескожное коронарное вмешательство. Тенденции в области активного лечения острого коронарного синдрома, согласно актуальным рекомендациям последних десятилетий, смещены в сторону эндоваскулярных процедур. Однако, в целом ряде случаев, наиболее эффективным пособием является открытая операция аортокоронарного шунтирования. В статье рассмотрены варианты хирургической реваскуляризации миокарда, используемые в настоящее время. На сегодняшний день, к хирургическим методам лечения острого коронарного синдрома относятся: коронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения в сочетании с различными вариантами защиты миокарда, в том числе с помощью различных методов кардиopleгии; аортокоронарное шунтирование на работающем сердце — т.н. методика «off-pump», и коронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения на параллельной перфузии. Изучение проблем, связанных с задачами и возможностями хирургического лечения острого коронарного синдрома, позволит увеличить продолжительность и качество жизни пациентов сердечно-сосудистого профиля.

*Ключевые слова:* аортокоронарное шунтирование, острый коронарный синдром, инфаркт миокарда, реваскуляризация миокарда.

**Д**остижения последних десятилетий в науке и технике, их всестороннее проникновение в современную медицину с расширением возможностей применения хирургических и интервенционных методов лечения у пациентов сердечно-сосудистого профиля, а также непрерывное увеличение количества пациентов старшей возрастной группы во многих странах мира, способствуют активному развитию кардиохирургических методов лечения [1]. Заболевания сердца и сосудов

на сегодняшний день являются ведущей причиной смертности в индустриально развитых странах. По данным Европейского общества кардиологов (ESC), ожидается, что к 2020 г. данная группа заболеваний займёт первое место в структуре смертности и в развивающихся странах [2]. При этом, одной из ведущих причин смертности от сердечно-сосудистой патологии является острый коронарный синдром (ОКС) [2, 3, 4]. Несмотря на современные возможности лечения, такие показатели как смертность,

частота инфаркта миокарда (ИМ) и повторных госпитализаций у пациентов с ОКС остаются высокими [5].

Термин **острый коронарный синдром** (ОКС или Acute Coronary Syndrome) был введён V. Fuster и его коллегами в 1985 году для объединения различных синдромов по характеру патофизиологических процессов, противопоставляя ИМ и нестабильную стенокардию — стабильной стенокардии напряжения. ОКС представляет собой обострение течения ишемической болезни сердца (ИБС), то есть любую группу клинических признаков или симптомов, позволяющих подозревать начальный период развития нестабильной стенокардии или острый ИМ. При этом диагностика ОКС у пациентов с болью в груди может быть достаточно трудной задачей, особенно при отсутствии характерных симптомов или изменений на электрокардиограмме, а именно, отсутствие подъёма сегмента ST [1]. Данная эта группа пациентов заслуживает особого внимания, поскольку позволяет начать своевременное адекватное лечение, не дожидаясь формирования развернутой клинической картины и ухудшения симптоматики [9,11].

Положение сегмента ST в первые часы развития ОКС является основополагающим фактором, с точки зрения прогноза заболевания. На сегодняшний день достоверно установлено, что характер и срочность вмешательства для восстановления коронарной перфузии, во многом, определяются положением сегмента ST на ЭКГ относительно изоэлектрической линии.

Кроме того, согласно результатам крупных эпидемиологических исследований, около 50% пациентов с подозрением на ОКС, в момент госпитализации не имеют диагностически значимых изменений ЭКГ [6]. Это больные со «старой» полной блокадой левой ножки пучка Гиса, с перенесенным ранее крупноочаговым инфарктом миокарда (ИМ), аневризмой левого желудочка (при отсутствии предшествующих ЭКГ для сравнения), больные с изменениями сегмента ST, не достигающими достаточной для постановки диагноза степени. [10]

Только 1/3 больных с ОКС описывают боль как типичную: локализованную за грудиной, имеющую характер жжения или сдавления [7]. В остальных случаях больные сообщают о дискомфорте, тяжести в груди, сильной слабости, ноющей боли слева от грудины. Иногда у ряда пациентов с ОКС, особенно часто у больных сахарным диабетом, женщин, молодых пациентов (25–40 лет) и пациентов старшего возраста (старше 75 лет), отсутствует ощущение боли или боль носит нетипичный характер [8].

По мере работы с пациентом и увеличения знаний о нём, благодаря дополнительным методам исследо-

вания, диагноз ОКС уточняется. В первую очередь — с помощью лабораторных показателей (максимального уровня сердечного тропонина, активности ферментов) и данных визуализирующих методов. Диагноз ОКС без подъёма сегмента ST, в свою очередь, уточняется и переходит в нестабильную стенокардию, либо ИМ без зубца Q, либо в некоронарогенное поражение миокарда. Если признаки некроза миокарда обнаруживают у больного с ОКС, у которого не было начальных изменений на ЭКГ в виде стойких подъёмов сегмента ST, то это состояние обозначается как инфаркт миокарда без подъёма сегмента ST [14,15].

Нестабильная стенокардия и ИМ без повышения ST являются крайне близкими состояниями, имея общий патогенез и схожую клиническую картину, и могут отличаться только тяжестью симптомов. Для быстрого разграничения внутри ОКС требуется определение уровня соответствующих кардиоспецифических биомаркеров в крови пациента, обладающего наивысшей специфичностью и чувствительностью в отношении некроза миокарда, причём уже в течение короткого времени после начала симптомов ИМ. Современная диагностика инфаркта миокарда должна обязательно включать определение специфических маркеров повреждения миокарда, а именно — кардиотропонинов, СК-МВ и миоглобина. Наиболее информативным является определение количества кардиотропонинов в период 6–24 часов после приступа стенокардии. Результаты исследования могут быть использованы для определения рисков летального исхода, выбора оптимальной тактики ведения больных ИБС, эффективности проводимой терапии. [16,17]

На основании данных многочисленных клинических исследований, в мировой практике выработана определенная тактика лечения пациентов с ОКС с подъемом сегмента ST и без подъема ST и направлена она на восстановление кровотока различными методами, в зависимости от степени повреждения миокарда [9, 10, 11]. За последние годы, в связи с увеличением количества учреждений, в которых работают рентгеноперационные, отмечается тенденция к увеличению числа чрескожных вмешательств у больных с ОКС [12]. Однако, также отмечается и рост числа пациентов с ОКС, которым выполняют хирургическое лечение — коронарное шунтирование (КШ), что обусловлено невозможностью у данных пациентов выполнения эндоваскулярного лечения [12].

#### Выбор инвазивного метода лечения ОКС

К инвазивным методам лечения ОКС относят операции шунтирования коронарных артерий и чрескожные коронарные вмешательства. Тенденции в области ак-



тивного лечения ОКС, согласно актуальным рекомендациям последних десятилетий, смещены в сторону эндоваскулярных процедур. Однако, в целом ряде случаев наиболее эффективным пособием является именно операция аортокоронарного шунтирования (АКШ) [13]. При этом, эндоваскулярное вмешательство часто рассматривается как один из этапов лечения ОКС в авторитетных работах [13, 14]. Так, в среднем до 30% больных с ОКС нуждаются в АКШ в отдалённом периоде, вследствие неадекватности экстренной эндоваскулярной реваскуляризации. Это может быть связано с различными факторами, и, в первую очередь, с многочисленными анатомическими особенностями поражений коронарных артерий [14]. Таким образом, при выборе тактики лечения пациента с ОКС необходимо учитывать возможные противоречия: с одной стороны — открытая операция в ранние сроки после инфаркта миокарда часто ассоциируется с высоким уровнем осложнений, с другой — своевременность вмешательства и адекватность выполненной полной реваскуляризации миокарда являются основополагающими факторами стабилизации коронарного кровообращения и предотвращением повторных вмешательств на сердце.

Больным с поражением одного или двух сосудов, как правило, проводится чрескожное вмешательство, с установкой стента на фоне введения блокаторов гликопротеиновых IIb/IIIa рецепторов. Аортокоронарное вмешательство у таких больных целесообразно, если анатомия коронарных артерий (выраженная извитость) не позволяет безопасно выполнить чрескожную процедуру. Больным с поражением ствола ЛКА или 3-сосудистым поражением, особенно при нарушенной функции ЛЖ, показано аортокоронарное шунтирование. У больных с двухсосудистым или трёхсосудистым поражением, со стенозом, подходящим для имплантации стентов, показания оценивают индивидуально [15].

Таким образом, при выработке стратегии лечения, применимой для большинства больных, госпитализированных с подозрением на ОКС, в каждом конкретном случае допустимы отклонения от рекомендаций, в зависимости от индивидуальных особенностей больного. Кардиохирург принимает окончательное решение по тактике лечения больного, с учетом анамнеза, клинических симптомов, данных, полученных в ходе наблюдения за больным и обследований за время госпитализации, а также, несомненно, исходя из возможностей лечебного учреждения и собственного опыта.

#### Хирургическая реваскуляризация миокарда

На сегодняшний день к хирургическим методам лечения ОКС относятся: коронарное шунтирование

в условиях ИК, в сочетании с различными вариантами защиты миокарда, в том числе с помощью различных методов кардиоopleгии; АКШ на работающем сердце — т.н. методика «off-pump», и коронарное шунтирование в условиях ИК на параллельной перфузии.

#### 1. Коронарное шунтирование в условиях ИК и кардиоopleгии

Кардиохирургами изучался вопрос выбора оптимальной стратегии реваскуляризации для пациентов с ОКС без подъема сегмента ST при многососудистом поражением коронарного русла. В исследование вошли 362 пациента с ОКС. Пациентам выполняли: поэтапное чрескожное вмешательство — группа 1 (было выполнено 266 (73,4%) пациентам), коронарное шунтирование — группа 2 (было выполнено 72 больным (19,9%) больным), первый этап ЧКВ и второй этап КШ — группа 3 (реализовано 24 (6,6%) пациентам). Конечными точками исследования стали такие неблагоприятные кардиоваскулярные события как смерть, инфаркт миокарда (ИМ), острое нарушение мозгового кровообращения/транзиторная ишемическая атака, повторная реваскуляризация целевого сосуда, кровотечение по шкале BARC (Bleeding Academic Research Consortium) [18]. Максимальные значения шкалы GRACE были отмечены в группах 1 и 3, тогда как наибольшая выраженность коронарного атеросклероза по шкале SYNTAX в группах 2 и 3. Показатель летальности колебался от 2,8% в группе КШ до 8,3% в группе 1. Частота ИМ от 1,4% в группе КШ до 8,3% в группе 3. Встречаемость геморрагических осложнений 3–5 типа по шкале BARC составила от 1,1% в группе 1 до 37,5% в группе 3. Таким образом, авторы считают, что отсутствие четких рекомендаций для выбора оптимальной стратегии и сроков реваскуляризации среди пациентов с ОКС без подъема сегмента ST при многососудистом поражением коронарного русла приводит к развитию значительного числа неблагоприятных кардиоваскулярных исходов в данной группе пациентов. Полученные в исследовании результаты говорят о том, что стратегия реваскуляризации для пациентов с ОКС без подъема сегмента ST должна осуществляться на основе комплексного применения стратификационных шкал, таких как GRACE, SYNTAX, EuroScore II. При этом, АКШ, как самостоятельный метод, не требующий дальнейших вмешательств, может являться оптимальной стратегией реваскуляризации для значительно большего числа пациентов, чем применяется в настоящее время [19].

Ибрагимов Р.М.О. (2013) в своей работе указывает, что при мультифокальном атеросклерозе, как принципы выбора оптимальной хирургической тактики, так и используемые методы имеют существенные различия между стабильными формами ИБС и ОКС без подъема

сегмента ST. Среди пациентов с ОКС с подъемом сегмента ST, даже при неосложненной его форме, сохраняется высокий риск ранних кардиальных осложнений, что требует достоверно большего числа экстренных и срочных вмешательств, а также необходимости реваскуляризации миокарда первым этапом. Выбор метода коронарного шунтирования преимущественно зависит от клинической формы ИБС: при ОКС без подъема сегмента ST он достоверно чаще решается в пользу чрескожных вмешательств, при стабильной ИБС — в пользу операций на открытом сердце ( $p < 0,0001$ ). При этом, по сравнению с первичным коронарным стентированием, АКШ обеспечивает более полный объем восстановления коронарного кровотока ( $p = 0,008$ ). Автор пишет, что у пациентов с мультифокальным атеросклерозом наиболее оправданным представляется поэтапное лечение, даже в пределах одного сосудистого бассейна. Причем, с наличием ОКС связана необходимость большего количества этапов как на коронарных артериях ( $p < 0,0001$ ), так и общего количества этапов до завершения лечения в полном объеме ( $p < 0,0001$ ). При этом, коронарное шунтирование и коронарное стентирование рассматриваются автором как высокоэффективные методы реваскуляризации миокарда у больных с мультифокальным атеросклерозом при ОКС без подъема сегмента ST с низким уровнем тяжелых сердечно-сосудистых осложнений как в ранние, так и в отдаленные сроки наблюдения. Автор делает вывод, что при оптимальном выборе лечебной стратегии количество и структура негативных клинических исходов не зависят от метода реваскуляризации миокарда [3].

Бранд Я.Б., с соавторами (2017) изучали вопрос отдаленных результатов коронарного шунтирования у пациентов с острым коронарным синдромом. Был выполнен анализ отдаленных результатов операции коронарного шунтирования у пациентов с ОКС. В исследование вошло 489 пациентов с ОКС. Объем и сроки хирургического лечения зависели от тяжести состояния пациента и эффективности консервативной терапии, и его выполняли в экстренно или экстренно-отсроченном порядке. В зависимости от начала болевого синдрома в экстренном порядке были прооперированы (в сроки менее 24 ч) 176 пациентов (35,9%), в экстренно-отсроченном периоде (в сроки от 24 до 48 ч) — 313 пациентов (64,1%). По данным большинства международных исследований, выживаемость больных в отдаленном периоде после хирургической реваскуляризации миокарда составляет 75–85% за 10-летний период наблюдений. Учитывая высокую летальность у больных с ОКС при естественном течении, реваскуляризацию миокарда следует выполнять в кратчайшие сроки. В исследовании пациентов, оперированных в экстренном порядке (в сроки менее 24 ч), было 176 (35,5%), в экстренно-отсроченном периоде (в сроки от 24 до 48 ч) —

313 (64,4%). Рецидивы стенокардии были выявлены у 5 пациентов (3,4%), оперированных в экстренном порядке и у 19 пациентов (6,0%), оперированных в экстренно-отсроченном периоде. Повторные хирургические вмешательства не выполняли. Двенадцатилетняя выживаемость была прослежена у 56 пациентов (11,4%) и составила 98% [2].

## 2. Коронарное шунтирование на работающем сердце по методике off-pump (OPCAB).

Применение шунтирования коронарных артерий на работающем сердце связано с желанием избежать осложнений, связанных с использованием аппарата ИК. Искусственное кровообращение является причиной системного воспалительного ответа. Существующие стратегии предупреждения постперфузионного системного воспаления не являются достаточно эффективными, поэтому в ряде случаев, когда это возможно, применяется отказ от искусственного кровообращения. Однако, всё ещё многие хирурги относятся к этой методике с опасением, особенно при лечении ОКС. Это связано с тем, что такое шунтирование может закончиться неполной реваскуляризацией, а значит, может потребовать повторных вмешательств, ухудшающих прогноз и качество жизни пациентов. Последние данные свидетельствуют о прогностическом преимуществе традиционного метода АКШ в условиях ИК, однако механизм этого остается неясным. Возможно более низкие результаты при АКШ в отсутствие ИК могут быть обусловлены необходимостью повторной реваскуляризации, причем эта польза становится значимой только при длительном этапе наблюдения [16,19].

Neumann A. и соавторы (2019) изучали целесообразность, эффективность и исходы экстренного коронарного шунтирования в условиях ОКС. Авторами был проведен ретроспективный обзор пациентов с ОКС, оперированных в условиях экстренной хирургии, а также в отсроченном порядке, либо по методике CABG, либо OPCAB. В общей сложности в исследование вошло 205 пациентов с ОКС. АКШ с использованием аппарата ИК перенесли 109 пациентов (53,2%). Операцию OPCAB провели 96 пациентам (46,8%). Уровни EuroSCORE II ( $5,6 \pm 7,2$  vs  $4,9 \pm 6,5$ ) и демографические показатели были сопоставимы между группами. Тенденция к снижению послеоперационной летальности наблюдалась у пациентов в группе OPCAB (2,1 против 5,5%). Частота послеоперационного инсульта и синдрома низкого сердечного выброса, а также длительность инотропной поддержки и необходимость повторной стернотомии были значительно ниже в группе OPCAB. АКШ, выполненное мгновенно в экстренной ситуации, не было связано с повышением смертности или заболеваемости по сравнению с отсроченными процедурами

ми. По данным приведённого исследования, операция на работающем сердце у экстренных пациентов была связана с более низкой послеоперационной заболеваемостью и более коротким пребыванием в отделении интенсивной терапии. Различий в полноте реваскуляризации миокарда между группами не наблюдалось, даже в случае экстренных операций. Авторы считают, что операция OPCAB безопасна и эффективна при ОКС и может рассматриваться у гемодинамически стабильных пациентов в экстренных ситуациях [13].

Thakur U. и соавторы (2018) считают, что операции АКШ на работающем сердце по методике CABG технически сложнее и теоретически могут привести к менее полной реваскуляризации миокарда. Авторами было проанализировано 13 исследований, включающих в общей сложности 13234 пациента. В исследовании оценивались краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные результаты у пациентов, подвергшихся реваскуляризации на работающем сердце и в условиях ИК. Клинические результаты оценивались через 30 дней, через 12 месяцев или через 4 и более лет. Первичным исходом была долговременная смерть от всех причин, в то время как вторичные исходы включали 30-дневную, 12-месячную и более 4-летнюю сердечную смерть, инсульт, инфаркт миокарда или реваскуляризацию. Шунтирование на работающем сердце было связано с повышенным риском смерти от всех причин (отношение шансов (OR) 1,18, 95% доверительный интервал (CI) 1,02–1,32,) и повторным шунтированием (или 2,57, 95% CI 1,23–5,39,) при длительном наблюдении. При наблюдении в течение 12 месяцев после АКШ на работающем сердце было выявлено увеличение необходимости повторных реваскуляризаций (или 1.59, 95% CI 1.09–2.33,  $p=0.02$ ). Не было отмечено различий между группами в сроки 30 дней, 12 месяцев и более 4 лет по частоте инфаркта миокарда или инсульта. Таким образом, АКШ на работающем сердце ассоциируется со значительно более высокими показателями смертности при долгосрочном наблюдении. Авторы считают, что данные результаты демонстрируют временную зависимость, за которой могут следовать плохие долгосрочные ре-

зультаты в виде более высокой необходимости повторной реваскуляризации в течение одного- или пятилетнего периода наблюдения [18].

Parmeshwar N., и соавторы (2019) сравнивали долгосрочные результаты при операциях на работающем сердце и при использовании аппарата ИК. Всего было проанализировано 555 пациентов, из них коронарное шунтирование с ИК было проведено 238, и АКШ на работающем сердце — 317 больным. Оценивались показатели смертности, наличие нового инфаркта миокарда и необходимость в повторном вмешательстве в период от 8 до 12 лет после первичной операции. Данные настоящего исследования не показали различий в ключевых отдаленных результатах у пациентов, перенесших реваскуляризацию с или без ИК, подтверждая идею о том, что оба метода имеют аналогичные поздние результаты в отношении общей выживаемости, необходимости повторного вмешательства и послеоперационного инфаркта миокарда [15].

Мерзляков В.Ю. и соавторы предлагает использование у больных со сниженной фракцией выброса применение операции прямой реваскуляризации миокарда на работающем сердце как один из методов оперативного лечения ишемической болезни сердца. В статье представлен клинический случай положительного результата лечения больного с ОКС и низкой сократительной способностью миокарда с помощью АКШ на работающем сердце [4].

Исходя из этого, по количеству работ и обсуждаемых в них тем, можно заключить, что проблема коронарного шунтирования на фоне ОКС крайне актуальна в настоящее время. При этом, приоритетное использование того или иного вида хирургического или интервенционного вмешательства должно быть в четкой зависимости от особенностей конкретного пациента и строго индивидуально. Основные работы по ОКС сходятся в одном главном выводе, что независимо от метода лечения пациента, необходимо придерживаться тактики полной реваскуляризации миокарда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия Л.А., Голухова Е.З., Сигаев И.Ю., Керен М.А. Современные подходы к хирургическому лечению ишемической болезни сердца у больных сахарным диабетом. Вестник Российской академии медицинских наук. 2012; 67(1):20–26.
2. Бранд Я.Б., Мазанов М.Х., Тимебаев А.В., Сагиров М.А., Харитоновна Н.И., Чумаков М.В. Отдаленные результаты коронарного шунтирования у пациентов с острым коронарным синдромом. ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация. 2017 DOI: 10.23934/2223–9022–2017–6–3–251–256
3. Ибрагимов Р.М.О. Результаты прямой реваскуляризации миокарда при ОКС без стойкого подъема сегмента ST у больных мультифокальным атеросклерозом тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 14.01.26, кандидат медицинских наук.
4. Мерзляков В.Ю., Скопин А.И., Мамедова С.К., Абаджян М.Ф., Гатамова Н.А. Аортокоронарное шунтирование по жизненным показаниям у больного с низкой сократительной способностью миокарда. Номер: 2 Год: 2013 Страницы: 32–35.

5. Мовсесян Р.А., Алшибая М.М., Коваленко О.А., Работников Ю.В. Хирургическое лечение острого коронарного синдрома на современном этапе Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. Издательство: Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева (Москва) Том: 9 Номер: 56 Год: 2008 С. 80 ISSN: 1810–0694.
6. Сулимов В.А. Острый коронарный синдром без подъёма сегмента ST современные возможности диагностики и лечения. Атмосфера. Кардиология № 3. 2005.
7. Эрлих А.Д. Регистры острых коронарных синдромов — их виды, характеристики и место в клинической практике 2012.
8. Hlatky M.A., Boothroyd D.B., Melsop K.A., et al. Medical costs and quality of life 10 to 12 years after randomisation to angioplasty or bypass surgery for multivessel coronary artery disease. *Circulation*. 2004; 110(14): 1960–1966. PMID: 15451795.
9. Libby P. Mechanisms of acute coronary syndromes and their implications for therapy. *N Engl J Med*. 2013; 368(21): 2004–2013. PMID: 23697515. DOI: 10.1056/NEJMr1216063.
10. Management of acute coronary syndromes without persistent ST segment elevation. Recommendation of task force of European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2000;21:1406–1432.].
11. Murray CJ, Lopez AD. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990–2020: Global Burden of Disease Study. *Lancet* 1997;349:1498–1504
12. McManus D.D., Gore J., Yarzebski J., et al. Recent trends in the incidence, treatment, and outcomes of patients with STEMI and NSTEMI. *Am J Med*. 2011; 124: 40–47. PMID: 21187184. DOI: 10.1016/j.amjmed.2010.07.023.
13. Neumann A., Vöhringer L., Fischer J., et al. Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting in Acute Coronary Syndrome: Focus on Safety and Completeness of Revascularization. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2019 Feb 6. doi: 10.1055/s-0039–1677834.
14. Paez R.P., Hossne Junior N.A., Santo JADE et al. BYPASS Registry Study Group Coronary Artery Bypass Surgery in Brazil: Analysis of the National Reality Through the BYPASS Registry. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2019 Mar-Apr;34(2):142–148.
15. Parmeshwar N., Fero K.E., Manecke G., Coletta J.M. Off-Pump Versus On-Pump: Long-Term Outcomes After Coronary Artery Bypass in a Veteran Population. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019 May;33(5):1187–1194. doi: 10.1053/j.jvca.2018.11.003. Epub 2018 Nov 3.
16. Simoons M.L. Cardiovascular disease in Europe: challenges for the medical profession. Opening address of the 2002 Congress European Society of Cardiology (editorial). *Eur. Heart J*. 2003; 24: 8–12.
17. Terkelsen C.J., Lassen J.F., Norgaard B.L., et al. Mortality rates in patients with ST-elevation vs. non-ST-elevation acute myocardial infarction: observations from an unselected cohort. *Eur Hear*
18. Thakur U., Nerlekar N., Muthalaly R.G., et al. Off- vs. On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting Long-Term Survival is Driven by Incompleteness of Revascularisation. *Heart Lung Circ*. 2018 Dec 13. pii: S1443–9506(18)32006–7. doi: 10.1016/j.hlc.2018.11.019.
19. Uretsky B.F., Faruqar D.S., Boresin A., Hood W.E. Symptomatic myocardial infarction without chest pain; prevalence and clinical course. *Am J Cardiol* 1977;40:498–503. Logon R., Wong F., Barclay J. Symptoms associated with myocardial infarction: are they of diagnostic value? *N Z Med J* 1986;99:276–278.

## СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ, СТРАДАЮЩИХ ГАСТРОЭЗОФАГИАЛЬНОЙ РЕФЛЮКСНОЙ БОЛЕЗНЬЮ

### DENTAL MANIFESTATIONS IN PATIENTS WITH GASTROESOPHAGIAL REFLUX DISEASE

**V. Zhurbenko  
A. Marinkina**

*Summary.* Various diseases of organs and organ systems can affect not only the entire body, but also the patient's dental health. In the modern world, the number of men and women with chronic diseases, including those with gastroesophageal reflux disease, is growing every year, regardless of age. This pathology can manifest itself as esophageal and extraesophageal symptoms. A large group of extraesophageal symptoms are manifestations of the disease in the oral cavity — dental symptoms. In this regard, the dentist needs to correctly recognize and differentiate the disease. When working with patients with chronic diseases, it is important that the dentist and the patient's doctor work together to improve the results of complex treatment.

*Keywords:* dental manifestations, gastroesophageal reflux disease, oral diseases, hygiene.

**Журбенко Вероника Александровна**  
ФГБОУ ВО «Курский Государственный Медицинский  
Университет» Минздрава России  
prepvermed@mail.ru

**Маринкина Анастасия Андреевна**  
ФГБОУ ВО «Курский Государственный Медицинский  
Университет» Минздрава России

*Аннотация.* Различные заболевания органов и систем органов могут отражаться не только на весь организм, но и на стоматологическом здоровье пациента. В современном мире, число мужчин и женщин с хроническими заболеваниями, в том числе и с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью, растет с каждым годом, вне зависимости от возраста. Текущая патология может проявляться как пищеводными, так и внепищеводными симптомами. Большую группу внепищеводных симптомов составляют проявления болезни в полости рта — стоматологические симптомы. В связи с этим, врачу-стоматологу необходимо правильно распознавать и дифференцировать заболевание.

*Ключевые слова:* стоматологические проявления, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, заболевания полости рта, гигиена.

### Введение

**В** настоящее время, современный человек встречается с рядом трудностей — стресс, плохая экология, уменьшение физической нагрузки, вредные привычки. Все эти факторы влияют на внутреннее и внешнее состояние организма, и являются основными пунктами в развитии заболеваний со стороны различных систем органов.

Звеньями развития заболеваний желудочно-кишечного тракта, помимо вышеперечисленных факторов, является несбалансированное и нерациональное питание, несвоевременность приема пищи, частые перекусы.

Рост пациентов с заболеваниями желудочно-кишечного тракта увеличивается с каждым годом. Распространенность данных заболеваний достигает 70% населения Российской Федерации [2,8,14]. Наиболее часто, встречаются пациенты с гастроэзофагеальной

рефлюксной болезнью, гастритом, а также язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки [1,12,15].

Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь — это хроническое заболевание, рецидивирующего характера, которое обусловлено нарушением моторной и эвакуаторной функции и характеризуется спонтанным, регулярно повторяющимся забросом в пищевод содержимого желудка с формированием характерных клинических симптомов [3].

Современные исследования свидетельствуют о высокой частоте поражения полости рта при наличии гастроэзофагеальной рефлюксной болезни [6,9,10].

Наличие соматических заболеваний у пациента, в том числе и заболеваний желудочно-кишечного тракта, в большинстве случаев, отражается на стоматологическом здоровье и имеет свои симптомы, поэтому при достаточной высокой распространенности заболеваний данной группы, врачу-стоматологу необходимо

Таблица 1. Значения индекса интенсивности кариеса зубов

Величина интенсивности кариеса	Значения интенсивности кариеса
Менее 1,5	Очень низкая
1,6–6,2	Низкая
6,3–12,7	Умеренная
12,8–16,2	Высокая
Более 16,3	Очень высокая

Таблица 2. Значения индекса Грина-Вермиллиона

Значение упрощенного индекса гигиены полости рта	Уровень гигиены
0–1,2	хороший
1,3–3,0	удовлетворительный
3,1–6,0	плохой

Таблица 3. Значения пародонтального индекса

Балльная система	Значение индекса
0,1–1,5 балла	Начальная и легкая степень патологии пародонта
1,5–4,0 балла	Средняя степень патологии пародонта
4,0–8,0	Тяжелая степень патологии пародонта

знать и владеть знаниями о проявлениях конкретных заболеваний со стороны полости рта.

### Цель исследования

Целью данного исследования является изучение и регистрация изменений в ротовой полости у пациентов, страдающих гастроэзофагиальной рефлюксной болезнью.

### Материалы и методы

Для реализации поставленной цели было осмотрено 35 пациентов в возрасте от 30 до 60 лет. Обследуемые пациенты были разделены на 3 группы в зависимости от возраста. Первая группа включала пациентов в возрасте от 30 до 40 лет; вторая группа — от 40 до 50 лет; третья группа — от 50 до 60 лет. В анамнезе данных больных отмечалось наличие гастроэзофагеальной рефлюксной болезни.

Последовательность обследования заключалась в определении индекса КПУ, упрощенного индекса гигиены полости рта, пародонтального индекса PI, а также pH слюны.

Интенсивность кариеса среди населения рассчитывается при помощи индекса КПУ, где К — сумма зу-

бов, подверженные кариесу, П — сумма пломбированных зубов, У — сумма зубов, которые подверглись хирургическому удалению у одного пациента. Оценка результатов исследования с помощью индекса КПУ определялась по группам интенсивности. Значения интенсивности кариеса рассмотрены в таблице 1 [13].

Уровень качества гигиены полости рта исследуют с помощью индекса Грина — Вермиллиона, который позволяет оценить наличие зубных отложений. Анализ результатов, полученных при использовании индекса, проводят визуально, либо с помощью специального раствора Шиллера — Писарева. Во время проведения данного индекса необходимо использовать вестибулярные поверхности 16,11,26,31 зубов и язычные поверхности 36 и 46 зуба. Интерпретируют индекс в соответствии со значениями в таблице 2 [5].

Состояние тканей пародонта у пациентов, с наличием заболеваний желудочно-кишечного тракта, определяли по пародонтальному индексу PI. Пародонтальную оценку проводили по балльной шкале, которая указана в таблице 3 [14].

Важное значение при определении стоматологической патологии у лиц, страдающих гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью, является определение pH смешанной слюны для клинико-лабораторного анали-

за [5,14]. Для этого исследования необходимо собрать слюну натошак или после приема пищи через 2 часа в общем количестве 1 мл. После этого, специализированную индикаторную бумагу опускали в биологический материал на 5 секунд, затем извлекали и сравнивали с pH-шкалой [14].

### Результаты исследования и обсуждения

Среди осмотренных пациентов, количество женщин составило 23 человека, а мужчин 12 человек, 65,7% и 34,3% соответственно.

Анализируя результаты определения индекса КПУ, было выявлено, что интенсивность кариеса в трех возрастных группах увеличивается, в прямой зависимости от возраста. Данные значения индекса составляют в первой группе —  $9,8 \pm 2,91$ , что соответствует умеренной интенсивности. Уровень интенсивности кариеса во второй и третьей группе равен  $14,3 \pm 1,8$  и  $18,3 \pm 4,3$ , что равнозначно высокой и очень высокой интенсивности кариеса.

Рассматривая результаты, можно сказать, что со стороны твердых тканей зубов, отмечается множественный кариес. При стоматологическом осмотре, во всех возрастных группах, пациенты страдают эрозиями твердых тканей зубов. Упомянутая выше патология развивается вследствие воздействия кислого содержимого на эмаль зубов [7].

Величина пародонтального индекса в возрасте от 40 до 50 лет составляют  $1,6 \pm 1,2$ ; в возрасте от 50 до 60 лет  $2,5 \pm 0,97$ . Данные значения, полученные в вышеперечисленных возрастных группах, совпадают с интервальными значениями средней степени патологии пародонта. Показателем легкой степени патологии пародонта является значение индекса в группе обследуемых от 30 до 40 лет, которая составляет  $0,31 \pm 0,5$ .

Во время стоматологического осмотра у пациентов (40%) выявлена гиперемия и отечность десны, определяется боль и кровоточивость во время чистки зубов.

Вышеприведенные признаки служат ухудшающим маркером индивидуальной гигиены полости рта, что может привести к образованию наддесневых и поддесневых зубных отложений.

Средний показатель индекса гигиены полости рта у пациентов первой и второй группы удовлетворительный и составляет соответственно  $1,32 \pm 0,45$  и  $2,5 \pm 1,05$ . В третьей возрастной группе значение ОНI-S индекса равно  $4,3 \pm 1,08$ , что определяет плохую гигиену поло-

сти рта. Во всех обследуемых группах, у пациентов зарегистрированы наличие твердых и мягких зубных отложений.

При наличии соматической патологии необходимо тщательно уделять внимание индивидуальной гигиене полости рта. Использовать в своем рационе не только основные средства для гигиены полости рта, но и дополнительные [16]. При выборе зубной пасты следует выбирать противовоспалительные зубные пасты, так как при текущем заболевании возрастает риск развития заболеваний пародонта и возникновения гиперестезии. Рекомендуют применять зубную щетку мягкой и средней жесткости. Используя во время чистки зубов зубную нить, данное средство эффективно очищает от остатков пищи и зубного налета контактные поверхности зубов, что минимизирует развитие кариеса в данной области. Незаменимым средством при уходе за полостью рта при наличии соматической патологии является ирригатор. Мощный водный поток ирригатора вымывает остатки пищи и очищает поверхности зуба, а также, благодаря напору воды, массирует десна, улучшая кровоснабжение. Из жидких средств для гигиены полости рта, при гастроэзофагеальной рефлюксной болезни, можно применять ополаскиватели. Пациент, в зависимости от ситуации в полости рта, может сам корректировать выбор ополаскивателей — противокариозные или противовоспалительные средства [5,15,16].

При рассмотрении результатов на pH-исследование слюны у пациентов с патологией желудочно-кишечного тракта была выявлена кислая среда у всех групп обследуемых (100%). Сдвиг pH ротовой полости в сторону кислого является причиной развития не только множественного кариеса, но и генерализованной повышенной чувствительности твердых тканей зубов [7].

При осмотре пациентов, имеющих гастроэзофагеальную рефлюксную болезнь, выявляются также изменения со стороны слизистой оболочки полости рта. В большинстве случаев, пациенты предъявляют жалобы на чувство жжения в ротовой полости, привкус кислого содержимого во рту, а также на наличие неприятного запаха в полости рта. Все эти симптомы указывают на начальное проявление болезни [1,4,6,11].

У большей половины обследуемых (53%) выявлены жалобы на сухость в полости рта. Данный симптом является одним из распространенных стоматологических признаков наличия гастроэзофагеальной рефлюксной болезни у пациентов [1,4].

Объективно, у пациентов, во всех возрастных категориях, отмечаются поражения со стороны языка. Так, при стоматологическом осмотре выявлена отечность

языка, атрофический глоссит и наличие налета на поверхности языка.

### Выводы

Настоящее исследование показало, что уровень стоматологической патологии у пациентов с гастро-

эзофагальной рефлюксной болезнью весьма высок и требует правильного подхода к лечению заболевания и тщательного ухода за полостью рта. При работе с пациентами, имеющих хронические заболевания, важна совместная работа врача-стоматолога и лечащего врача пациента для улучшения результатов комплексного лечения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Арахова, З.А. Состояние полости рта при заболеваниях желудочно-кишечного тракта у детей / З.А. Арахова, М.С. Труханов // Университетский терапевтический журнал. — 2020. -Т.2.-№ 3.-С.64–74.
2. Бавыкина, Т.Ю. Полость рта — зеркало заболеваний внутренних органов / Т.Ю. Бавыкина, О.А. Ефремова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. — 2011. — № 10. — С. 236–238.
3. Внепищеводные проявления гастроэзофагеальной рефлюксной болезни: фокус на стоматологические симптомы / Р.А. Айвазова, Е.Н. Поликанова, А.А. Самсонов [и др.] // Фарматека. — 2017. — № 13(346). — С. 48–52.
4. Джамалдинова, Т.Д. Проявления гастроэзофагеальной рефлюксной болезни в полости рта / Т.Д. Джамалдинова, Л.Н. Максимовская, Е.Д. Ли // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2010. — № 9. — С. 23–27. (гастро 9)
5. Килафян, О.А. Гигиена полости рта: краткий курс / О.А. Килафян. — Ростов н/Д: Феникс. — 2014 — С. 122–132.
6. Назарян, Р.С. Внутриротовые проявления гастроэзофагальнорефлюксной болезни у детей / Р.С. Назарян, Е.В. Карнаух // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. — 2011. — № 22(117). — С. 244–248.
7. Нарушения кислотно — основного равновесия в полости рта при общесоматической патологии / В.А. Румянцев, Л.К. Есяян, Е.Д. Зюзбкова [и др.] // Стоматология. — 2013. — № 2. С. 22–26.
8. О взаимосвязи гастроэзофагеально рефлюксной болезни и гальваноза в полости рта / Т.С. Чемикосова, С.А. Лазарев, А.А. Голубь, З.Ф. Ситдикова // Исторические вехи развития стоматологической службы Республики Башкортостан: Сборник научных трудов, посвященный 100-летию юбилею со дня образования Республики Башкортостан, Уфа, 11–12 апреля 2019 года. — Уфа: Башкирский государственный медицинский университет, 2019. — С. 270–273.
9. Робакидзе, Н.С. Патогенетические аспекты поражения полости рта при воспалительных заболеваниях кишечника / Н.С. Робакидзе, О.Б. Щукина // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 2019. — Т. 29. — № 4. — С. 15–21.
10. Рысбаева, Ж.И. Микрофлора полости рта у детей с заболеваниями ЖКТ / Ж.И. Рысбаева, Г.А. Каркимбаева, Г.Т. Ермуханова // Вестник Казахского национального медицинского университета. — 2017. — № 2. — С. 130–133.
11. Сазанская, Л.С. Исследование микрофлоры полости рта у мужчин и женщин с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью / Л.С. Сазанская, М.М. Гулуа // Chronos: естественные и технические науки. — 2019. — № 2(24). — С. 46.
12. Скачко, Б.Г. Болезни органов пищеварения / Б.Г. Скачко. — М.: Мир и образование, 2013. — 288с.
13. Современные системы оценки и регистрации кариеса зубов. Обзор литературы / М.Ю. Пастбин, М.А. Горбатова, Е.И. Уткина [и др.] // Экология человека. — 2013. — № 9. — С. 49–55.
14. Стоматологический статус пациентов с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью в зависимости от приема ингибиторов протонной помпы / Л.С. Сазанская, М.М. Гулуа, Э.М. Гильмияров, Э.Г. Маргарян // Стоматология. — 2020. — Т. 99. — № 5. — С. 25–31.
15. Терапевтическая стоматология: учебник в 3 ч./ под ред. Г.М. Барера. — 2-е изд., доп. и перераб. — М.: ГЭОТАР, 2015. — Ч. 3. — Заболевания слизистой оболочки полости рта. — С. 153–161.
16. Флейшер, Г.М. Гигиена полости рта. Монография / Г.М. Флейшер // Стоматология. — 2018.

© Журбенко Вероника Александровна ( prepvermed@mail.ru ), Маринкина Анастасия Андреевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## ИНГИБИТОРЫ НАТРИЙ-ГЛЮКОЗНОГО КОТРАНСПОРТЕРА СПОСОБНЫ ПОЛОЖИТЕЛЬНО ВЛИЯТЬ НА СОСТОЯНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

### SODIUM-GLUCOSE COTRANSPORTER INHIBITORS CAN POSITIVE AFFECT THE STATE OF THE BRAIN

**О. Kolesnikov  
А. Kolesnikova  
Yu. Tarabrina**

*Summary.* Sodium-glucose co-transporter inhibitors can reduce the severity of adverse changes occurring in cerebral ischemia. Drugs of this group attenuated cognitive impairment arising from diabetes mellitus. The neuroprotective effect of sodium-glucose transporter inhibitors has been demonstrated in models of Alzheimer's and Parkinson's diseases. Canagliflozin improved memory status with scopolamine administration. Possible mechanisms of neuroprotective effects are discussed.

*Keywords:* sodium-glucose cotransporter, inhibitor, brain, ischemia, cognitive impairment.

**Колесников Олег Леонидович**

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (г. Челябинск)  
kaf-biol@mail.ru*

**Колесникова Алла Алексеевна**

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (г. Челябинск)  
olekol@mail.ru*

**Тарабрина Юлия Олеговна**

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (г. Челябинск)  
julikol@mail.ru*

*Аннотация.* Ингибиторы натрий-глюкозного котранспортера способны снижать выраженность неблагоприятных изменений, возникающих при ишемии головного мозга. Препараты этой группы ослабляли когнитивные нарушения, возникающие при сахарном диабете. Нейропротекторное действие ингибиторов натрий-глюкозного транспортера продемонстрировано на моделях болезней Альцгеймера и Паркинсона. Канаглифлозин улучшал состояние памяти при введении скополамина. Обсуждены возможные механизмы нейропротективных эффектов.

*Ключевые слова:* натрий-глюкозный котранспортер, ингибитор, головной мозг, ишемия, когнитивные нарушения.

**И**нгибиторы натрий-глюкозного котранспортера 2 (ИНГК2) были разработаны для лечения сахарного диабета (СД) и сегодня широко применяются в медицинской практике [1]. В процессе клинических исследований было обнаружено, что ИНГК2 кроме сахароснижающего действия обладают также кардиопротекторными и ренопротекторными свойствами. Использование этих препаратов замедляет скорость прогрессирования сердечной недостаточности (СН), снижает количество госпитализаций по поводу СН, сокращает смертность, связанную с сердечно-сосудистой патологией, благоприятно влияет на пациентов с поражением почек [2, 3, 4, 5].

Совет экспертов, проходивший в Москве в 2019 году, констатировал, что можно рассматривать дапаглифлозин (относящийся к ИНГК2) как дополнение к общепри-

нятой терапии хронической сердечной недостаточности со сниженной фракцией выброса левого желудочка. Это позволит улучшить прогноз выживаемости пациентов. При этом подана заявка на регистрацию нового показания для применения дапаглифлозина [6].

Настоящая статья посвящена новой, слабо изученной способности ингибиторов натрий-глюкозного котранспортера — влиянию на состояние и функционирование головного мозга.

Головной мозг для нормального функционирования расходует большое количество энергии. Энергия в основном обеспечивается за счет метаболизма глюкозы. Поэтому мозг нуждается в постоянном поступлении глюкозы [7, 8]. По данным Mink J.W. и соавт. (1981) мозг потребляет около 20% всей полученной с пищей глю-

козы [9]. Указанное обстоятельство требует высокой активности переносчиков глюкозы. В головном мозге функционируют транспортеры глюкозы (GLUTs), натрий-глюкозные котранспортеры (SGLTs) и SWEETs [10]. Экспрессия натрий-глюкозных котранспортеров (НГК) 1 и 2 обнаружена в нейронах различных отделов мозга, а также в эндотелии капилляров мозга [7, 11, 12].

Сначала остановимся на данных о последствиях церебральной ишемии. В работе Yamazaki Y. и соавт. (2012) использовали мышей линии ddY, которых подвергали 2-часовой окклюзии средней мозговой артерии [13]. Было показано наличие постишемической гипергликемии. При этом внутрибрюшинное введение флоризина (ИНГК 1 и 2) выражено, статистически значимо и дозозависимо подавляло повышение глюкозы и ишемическое повреждение нейронов. Если же флоризин вводили внутрь желудочков мозга, то отмечали только достоверное уменьшение неблагоприятных изменений в нейронах без снижения уровня глюкозы [13]. В дальнейшем исследователи после окклюзии артерий в желудочки мозга вводили глюкозу, что приводило к заметному отягощению отрицательных последствий ишемии. Если же параллельно использовали глюкозу и флоризин, отягощения последствий ишемии не наблюдалось [13].

Narada S. и соавт. (2013) использовали модель 30-минутной двусторонней окклюзии сонной артерии у мышей [14]. На третий день после окклюзии мышам вводили флоризин (одной группе интраперитонеально, второй группе — в желудочки мозга). Использование флоризина значительно и достоверно подавляло выраженность ишемического повреждения нейронов. Также проводили анализ походки экспериментальных животных. Было обнаружено, что только внутрижелудочковое введение флоризина подавляло спастичность у мышей [14].

В одной из работ изучали культуру первичных кортикальных нейронов, полученных от плодов мышей ddY. Инкубация клеток в присутствии глюкозы в высокой концентрации индуцировала увеличение концентрации  $\text{Na}^+$  в цитоплазме. Это явление было подавлено ингибитором НГК 1 и 2 флоризином. Специфичный для НГК приток  $\text{Na}^+$  в цитоплазму клетки был индуцирован с помощью обработки культуры  $\alpha$ -метил-D-глюкопиранозидом. В результате значительно снизилась выживаемость нейронов и увеличилась гибель клеток, вызванная перекисью водорода. Флоризин достоверно ослаблял эти эффекты [15]. Ученые предположили, что интенсивное поступление  $\text{Na}^+$  в цитоплазму нейронов с помощью НГК может усугубить развитие ишемического повреждения нейронов головного мозга [15].

В условиях ишемии/реперфузии эмпаглифлозин ограничивал объем инфаркта [16]. Wiciński M. и соавт. (2020) вызывали у крыс ишемию мозга путем окклюзии сонных артерий. Эмпаглифлозин ослаблял неврологические дефекты у животных. При изучении механизмов этого позитивного эффекта исследователи обнаружили, что ИНГК2 вызывал рост уровня индуцированного гипоксией фактора 1 $\alpha$  (HIF-1 $\alpha$ ) и повышенную экспрессию сосудистого эндотелиального фактора роста A (VEGF-A) [17]. Известно, что HIF-1 $\alpha$  обеспечивает восстановление кислородного гомеостаза путем активации гликолиза, эритропоэза и ангиогенеза [18]. При повышении уровня HIF-1 $\alpha$  также достоверно снижалась экспрессия рецепторов провоспалительных цитокинов ИЛ-6 и ФНО- $\alpha$  [19]. Не меньшее значение в борьбе с последствиями ишемии имеет и VEGF-A. Сосудистые эндотелиальные факторы роста известны как важные регуляторы ангиогенеза и нейрогенеза [20]. Также можно упомянуть тот факт, что у грызунов вида *Heteroscephalus glaber* обнаружена очень высокая врожденная толерантность к гипоксии. Исследователи полагают, что этот интересный феномен, вероятно, связан с очень высокой экспрессией VEGF-A [21].

Вторая часть статьи посвящена данным о влиянии ИНГК на когнитивные функции. В нейронах головного мозга и клетках глии была обнаружена экспрессия и активность инсулиновых рецепторов. При этом нарушение сигнальной цепи инсулина в головном мозге связано с аномальной функцией нейронов [22]. Резистентность головного мозга к инсулину играет значительную роль в формировании когнитивных дисфункций, в том числе при сахарном диабете 2 типа (СД2) [23, 24]. Инсулинорезистентность головного мозга сопровождается нарушением нейропластичности, активацией воспалительных процессов, дисфункцией митохондрий, уменьшением выраженности дендритных шипов и снижением уровня полученного из мозга нейротрофического фактора (brain derived neurotrophic factor — BDNF) [25, 26, 27].

Пациенты с СД2 имеют высокий риск развития когнитивных нарушений, которые могут варьировать от небольших сдвигов до преддеменции и собственно деменции. Есть предположения, что данный факт связан с комплексом факторов: инсулинорезистентность, нарушение обмена глюкозы, митохондриальная дисфункция, нейровоспаление и сосудистая патология [28, 29]. При наличии сахарного диабета риск развития когнитивных нарушений и деменции в 1.5–2.5 раза выше, чем у людей без диабета [30, 31].

Sa-Nguanmoо P. и соавт. (2017) содержали крыс на диете с высоким содержанием жира. У экспериментальных животных развилась резистентность к инсу-

лину с ожирением и снижение когнитивных функций. Дапаглифлозин улучшал периферическую чувствительность к инсулину, функции митохондрий головного мозга, снижал апоптоз и предотвращал снижение когнитивных функций. Кроме того, ИНГК2 улучшал синаптическую пластичность гиппокампа [32].

В исследовании Lin B. и соавт. (2014) изучали мышей линии db/db, которые являются моделью СД2, одна из групп животных получала эмпаглифлозин. Контролем были мыши линии db/m (без СД). Для оценки когнитивных способностей применяли водный лабиринт Морриса. Латентность спасения на скрытой платформе была достоверно больше у мышей db/db, чем у мышей db/m. При отсутствии скрытой платформы количество пересечений места её типичного расположения у мышей с СД2 было почти в 2.5 раза меньше, чем у здоровых животных. Сделан вывод, что при наличии СД2 происходит значительное ухудшение обучения и памяти. При использовании эмпаглифлозина задержка в обнаружении скрытой платформы статистически значимо сокращалась. Эмпаглифлозин также восстанавливал число пересечений места расположения платформы практически до контрольного уровня. Различия с мышами, не получавшими ИНГК2, были статистически достоверны. Приведенные факты свидетельствуют о коррекции нарушения когнитивных способностей у животных с СД2 [33].

Кроме того, было показано, что при использовании эмпаглифлозина в головном мозге статистически значимо уменьшался уровень супероксида и 8-гидрокси-дезоксигуанозина, который является маркером повреждения ДНК. При этом лечение эмпаглифлозином статистически значимо более чем в 1.5 раза повышало содержание BDNF в головном мозге [33]. BDNF важен не только для развития нервной системы, он также способствует поддержанию гомеостаза в мозге взрослого человека. BDNF необходим для выживания как развивающихся, так и взрослых нейронов [34]. У мышей с частичным нокаутом BDNF наблюдается нарушение выживаемости и функции нейронов стриатума [35]. А снижение уровня церебрального BDNF связано с когнитивными нарушениями [36]. Высказано предположение, что увеличение содержания BDNF, а также ослабление окислительного стресса, по-видимому, обеспечивают предотвращение когнитивных нарушений при СД2 с помощью эмпаглифлозина [33].

Позитивное действие ИНГК было зафиксировано не только в отношении функций мозга при СД2. При изучении мышей, у которых индуцировали болезнь Альцгеймера, зафиксировали нарушение когнитивных способностей, наличие оксидативного стресса, повышенную активность ацетилхолинэстеразы (АХЭ). Так-

же обнаружили выраженную инфильтрацию тканей нейтрофилами. При введении флоризина (ингибитора НГК1 и НГК2) когнитивные нарушения, биохимические сдвиги и гистопатологические изменения значительно смягчались [37].

Hierro-Bujalance C. и соавт. (2020) изучали три линии мышей: db/db (модель СД2), APP/PS1 (модель болезни Альцгеймера — БА) и APP/PS1xdb/db (модель одновременно БА и СД2). Для оценки когнитивных способностей применяли водный лабиринт Морриса. Время обнаружения скрытой платформы возрастало у мышей с БА, СД2 и сочетанием БА+СД2, что указывало на наличие когнитивных нарушений. Лечение эмпаглифлозином достоверно сокращало этот показатель. При удалении платформы время нахождения мышей в квадранте, который ранее содержал скрытую платформу, уменьшалось во всех исследуемых группах (БА, СД2 и БА+СД2). Этот факт свидетельствовал об ухудшении памяти. Применение эмпаглифлозина восстанавливало память у мышей с СД2 и сочетанием БА+СД2. Кроме того, у животных с БА, СД2 и сочетанием этих патологий статистически достоверно снижалась плотность нейронов в коре головного мозга. Эмпаглифлозин достоверно увеличивал плотность нейронов во всех исследуемых группах [38]. АХЭ является одной из мишеней при лечении БА. При изучении энергии связи препарат — АХЭ и оценке взаимодействия препаратов с аминокислотами было показано, что такие ИНГК2 как канаглифлозин, дапаглифлозин и сотаглифлозин способны связываться с АХЭ и могут быть использованы как ингибиторы этого фермента [39, 40, 41].

В работе Arab H.H. и соавт. (2021) у крыс индуцировали формирование болезни Паркинсона с помощью ротенона, часть животных получала в дапаглифлозин течение 3 недель. ИНГК2 ослаблял двигательную дисфункцию и улучшал координацию движений в тестах «открытое поле» и «вращающийся стержень». Также обнаружено уменьшение гистопатологических изменений мозга и увеличение уровня дофамина. Одновременно ИНГК2 заметно снижал окислительный стресс нейронов за счет подавления липопероксидации. Дапаглифлозин подавлял нейровоспаление, снижая уровень фактора некроза опухоли  $\alpha$  [42].

При использовании скополамина у крыс обнаружили наличие когнитивной дисфункции и нарушение памяти. При использовании канаглифлозина значительно улучшились показатели, демонстрируемые животными в крестообразном лабиринте и водном лабиринте. Также при использовании ИНГК2 значительно снизилась активность АХЭ и возросли уровни моноаминов. Сделан вывод, что канаглифлозин может улучшить состояние памяти, поврежденной скополамином [43].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Padhi S. Type II diabetes mellitus: a review on recent drug based therapeutics / S. Padhi, A.K. Nayak, A. Behera // *Biomed. Pharmacother.* — 2020. — Vol. 131. — Article ID: 110708. DOI: 10.1016/j.biopha.2020.110708.
2. Johansen M.E. The cardiovascular outcomes, heart failure and kidney disease trials tell that the time to use Sodium Glucose Cotransporter 2 inhibitors is now / M.E. Johansen, C. Argyropoulos // *Clin. Cardiol.* — 2020. — Vol. 43. — P. 1376–1387. DOI: 10.1002/clc.23508.
3. Vasquez-Rios G. SGLT2 Inhibitors: Emerging Roles in the Protection Against Cardiovascular and Kidney Disease Among Diabetic Patients / G. Vasquez-Rios, G.N. Nadkarni // *Int. J. Nephrol. Renovasc. Dis.* — 2020. — Vol. 13. — P. 281–296. DOI: 10.2147/IJNRD.S268811.
4. Cheng J.W.M. Focused Updates: SGLT2 Inhibitors in Patients With Heart Failure and/or Chronic Kidney Disease / J.W.M. Cheng, V. Colucci, J.S. Kalus, S.A. Spinler // *Ann. Pharmacother.* — 2021. — Vol. 55, N2. — P. 252–260. DOI: 10.1177/1060028020934001.
5. O'Meara E. When and How to Use Sodium-Glucose Cotransporter 2 Inhibitors in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction or Chronic Kidney Disease / E. O'Meara, S. Verma // *Can. J. Cardiol.* — 2021. — Vol. 37, N4. — P. 669–673. DOI: 10.1016/j.cjca.2021.01.005.
6. Терещенко С.Н. Целесообразность назначения дапаглифлозина для профилактики неблагоприятных исходов хронической сердечной недостаточности у пациентов со сниженной фракцией выброса. Резолюция совета экспертов / С.Н. Терещенко, М.В. Шестакова, Ф.Т. Агеев [и др.] // *Российский кардиологический журнал.* — 2020. — Том 25, № 5. — С. 114–120. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-3919.
7. Koepsell H. Glucose transporters in brain in health and disease / H. Koepsell // *Pflugers Arch.* — 2020. — Vol. 472, N9. — P. 1299–1343. DOI: 10.1007/s00424-020-02441-x.
8. Siesjö B.K. Brain energy metabolism and catecholaminergic activity in hypoxia, hypercapnia and ischemia / B.K. Siesjö // *J. Neural. Transm. Suppl.* — 1978. — Vol. 14. — P. 17–22.
9. Mink J.W. Ratio of central nervous system to body metabolism in vertebrates: its constancy and functional basis / J.W. Mink, R.J. Blumenschine, D.B. Adams // *Am. J. Physiol.* — 1981. — Vol. 241, N3. — P. R203-R212. DOI: 10.1152/ajpregu.1981.241.3.R203.
10. Chen Li-Q. Transport of sugars / Li-Q. Chen, L.S. Cheung, L. Feng [et al.] // *Annu. Rev. Biochem.* — 2015. — Vol. 84. — P. 865–894. DOI: 10.1146/annurev-biochem-060614-033904.
11. Enerson B.E. The rat blood-brain barrier transcriptome / B.E. Enerson, L.R. Drewes // *J. Cereb. Blood Flow Metab.* — 2006. — Vol. 26, N7. — P. 959–973. DOI: 10.1038/sj.jcbfm.9600249.
12. Chen J. Quantitative PCR tissue expression profiling of the human SGLT2 gene and related family members / J. Chen, S. Williams, S. Ho [et al.] // *Diabetes Ther.* — 2010. — Vol. 1, N2. — P. 57–92. DOI: 10.1007/s13300-010-0006-4.
13. Yamazaki Y. Post-ischemic hyperglycemia exacerbates the development of cerebral ischemic neuronal damage through the cerebral sodium-glucose transporter / Y. Yamazaki, S. Harada, S. Tokuyama // *Brain Res.* — 2012. — Vol. 1489. — P. 113–120. DOI: 10.1016/j.brainres.2012.10.020.
14. Harada S. Neuroprotective effect through the cerebral sodium-glucose transporter on the development of ischemic damage in global ischemia / S. Harada, Y. Yamazaki, H. Nishioka, S. Tokuyama // *Brain Res.* — 2013. — Vol. 6. — P. 1541. — P. 61–68. DOI: 10.1016/j.brainres.2013.09.041.
15. Yamazaki Y. Sodium transport through the cerebral sodium-glucose transporter exacerbates neuron damage during cerebral ischaemia / Y. Yamazaki, S. Harada, T. Wada [et al.] // *J. Pharm. Pharmacol.* — 2016. — Vol. 68, N7. — P. 922–931. DOI: 10.1111/jphp.12571.
16. Abdel-Latif R.G. Empagliflozin alleviates neuronal apoptosis induced by cerebral ischemia/reperfusion injury through HIF-1 $\alpha$ /VEGF signaling pathway / R.G. Abdel-Latif, R.A. Rifaai, E.F. Amin // *Arch. Pharm. Res.* — 2020. — Vol. 43, N5. — P. 514–525. DOI: 10.1007/s12272-020-01237-y.
17. Wiciński M. Perspective of SGLT2 Inhibition in Treatment of Conditions Connected to Neuronal Loss: Focus on Alzheimer's Disease and Ischemia-Related Brain Injury / M. Wiciński, E. Wódkiewicz, K. Górski [et al.] // *Pharmaceuticals (Basel).* — 2020. — Vol. 13, N11. — Article ID: 379. DOI: 10.3390/ph13110379.
18. Carmeliet P. Role of HIF-1 $\alpha$  in hypoxia-mediated apoptosis, cell proliferation and tumour angiogenesis / P. Carmeliet, Y. Dor, J.M. Herbert [et al.] // *Nature.* — 1998. — Vol. 394, N6692. — P. 485–490. DOI: 10.1038/28867.
19. Xing J. HIF-1 $\alpha$  Activation Attenuates IL-6 and TNF- $\alpha$  Pathways in Hippocampus of Rats Following Transient Global Ischemia / J. Xing, J. Lu // *Cell Physiol. Biochem.* — 2016. — Vol. 39, N2. — P. 511–520. DOI: 10.1159/000445643.
20. Thau-Zuchman O. Vascular endothelial growth factor increases neurogenesis after traumatic brain injury / O. Thau-Zuchman, E. Shohami, A.G. Alexandrovich, R.R. Leker // *J. Cereb. Blood Flow Metab.* — 2010. — Vol. 30, N5. — P. 1008–1016. DOI: 10.1038/jcbfm.2009.271.
21. Larson J. No oxygen? No problem! Intrinsic brain tolerance to hypoxia in vertebrates / J. Larson, K.L. Drew, L.P. Folkow [et al.] // *J. Exp. Biol.* — 2014. — Vol. 217, Pt. 7. — P. 1024–1039. DOI: 10.1242/jeb.085381.
22. Kleinriders A. Insulin action in brain regulates systemic metabolism and brain function / H.A. Ferris, W. Cai, C.R. Kahn // *Diabetes.* — 2014. — Vol. 63, N7. — P. 2232–2243. DOI: 10.2337/db14-0568.
23. Kullmann S. Brain Insulin Resistance at the Crossroads of Metabolic and Cognitive Disorders in Humans / S. Kullmann, M. Heni, M. Hallschmid [et al.] // *Physiol. Rev.* — 2016. — Vol. 96, N4. — P. 1169–1209. DOI: 10.1152/physrev.00032.2015.
24. Kim H.-G. Cognitive dysfunctions in individuals with diabetes mellitus / H.-G. Kim // *Yeungnam. Univ. J. Med.* — 2019. — Vol. 36, N3. — P. 183–191. DOI: 10.12701/yujm.2019.00255.
25. Chen Q. Repurposing of Anti-Diabetic Agents as a New Opportunity to Alleviate Cognitive Impairment in Neurodegenerative and Neuropsychiatric Disorders / Q. Chen, T. Cao, N. Li [et al.] // *Front. Pharmacol.* — 2021. — Vol. 12. — Article ID: 667874. DOI: 10.3389/fphar.2021.667874.
26. Biessels G.J. Hippocampal insulin resistance and cognitive dysfunction / G.J. Biessels, L.P. Reagan // *Nat. Rev. Neurosci.* — 2015. — Vol. 16, N11. — P. 660–671. DOI: 10.1038/nrn4019.

27. Park H.-S. Exercise Alleviates Cognitive Functions by Enhancing Hippocampal Insulin Signaling and Neuroplasticity in High-Fat Diet-Induced Obesity / H.-S. Park, S.-S. Park, C.-J. Kim. [et al.] // *Nutrients*. — 2019. — Vol. 11, N7. — Article ID: 1603. DOI: 10.3390/nu11071603.
28. Biessels G.J. Cognitive decline and dementia in diabetes mellitus: mechanisms and clinical implications / G.J. Biessels, F. Despa // *Nat. Rev. Endocrinol.* — 2018. — Vol. 14, N10. — P. 591–604. DOI: 10.1038/s41574-018-0048-7.
29. Papazafropoulou A.K. Diabetes and dementia — the two faces of Janus / A.K. Papazafropoulou, C. Koros, A. Melidonis, S. Antonopoulos // *Arch. Med. Sci. Atheroscler. Dis.* — 2020. — Vol. 5. — P. e186–e197. DOI: 10.5114/amsad.2020.97433.
30. Cukierman T. Cognitive decline and dementia in diabetes — systematic overview of prospective observational studies / T. Cukierman, H.C. Gerstein, J.D. Williamson // *Diabetologia*. — 2005. — Vol. 48, N12. — P. 2460–2469. DOI: 10.1007/s00125-005-0023-4.
31. Salas I.H. Diabetes and Alzheimer's Disease: A Link not as Simple as it Seems / I.H. Salas, B. De Strooper // *Neurochem. Res.* — 2019. — Vol. 44, N6. — P. 1271–1278. DOI: 10.1007/s11064-018-2690-9.
32. Sa-Nguanmoo P. SGLT2-inhibitor and DPP-4 inhibitor improve brain function via attenuating mitochondrial dysfunction, insulin resistance, inflammation, and apoptosis in HFD-induced obese rats / P. Sa-Nguanmoo, P. Tanajak, S. Kerdphoo [et al.] // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* — 2017. — Vol. 333. — P. 43–50. DOI: 10.1016/j.taap.2017.08.005.
33. Lin B. Glycemic control with empagliflozin, a novel selective SGLT2 inhibitor, ameliorates cardiovascular injury and cognitive dysfunction in obese and type 2 diabetic mice / B. Lin, N. Koibuchi, Y. Hasegawa [et al.] // *Cardiovasc. Diabetol.* — 2014. — Vol. 13. — Article ID: 148. DOI: 10.1186/s12933-014-0148-1.
34. Acheson A. A BDNF autocrine loop in adult sensory neurons prevents cell death / A. Acheson, J.C. Conover, J.P. Fandl [et al.] // *Nature*. — 1995. — Vol. 374, N6521. — P. 450–453. DOI: 10.1038/374450a0.
35. Rauskolb S. Global deprivation of brain-derived neurotrophic factor in the CNS reveals an area-specific requirement for dendritic growth / S. Rauskolb, M. Zagrebelsky, A. Dreznjak [et al.] // *J. Neurosci.* — 2010. — Vol. 30, N5. — P. 1739–1749. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.5100-09.2010.
36. Navaratna D. Decreased cerebrovascular brain-derived neurotrophic factor-mediated neuroprotection in the diabetic brain / D. Navaratna, S.-Z. Guo, K. Hayakawa [et al.] // *Diabetes*. — 2011. — Vol. 60, N6. — P. 1789–1796. DOI: 10.2337/db10-1371.
37. Rani R. Pharmacological investigations on efficacy of Phlorizin a sodium-glucose co-transporter (SGLT) inhibitor in mouse model of intracerebroventricular streptozotocin induced dementia of AD type / R. Rani, A. Kumar, A.S. Jaggi, N. Singh // *J. Basic. Clin. Physiol. Pharmacol.* — 2021. — DOI: 10.1515/jbcpp-2020-0330.
38. Hierro-Bujalance C. Empagliflozin reduces vascular damage and cognitive impairment in a mixed murine model of Alzheimer's disease and type 2 diabetes / C. Hierro-Bujalance, C. Infante-Garcia, A. Del Marco [et al.] // *Alzheimers Res. Ther.* — 2020. — Vol. 12, N1. — Article ID: 40. DOI: 10.1186/s13195-020-00607-4.
39. Rizvi S.M.D. Invokana (Canagliflozin) as a dual inhibitor of acetylcholinesterase and sodium glucose co-transporter 2: advancement in Alzheimer's disease-diabetes type 2 linkage via an enzoinformatics study / S.M.D. Rizvi, S. Shakil, D. Biswas [et al.] // *CNS Neurol. Disord. Drug Targets*. — 2014. — Vol. 13, N3. — P. 447–451. DOI: 10.2174/18715273113126660160.
40. Shaikh S. Forxiga (dapagliflozin): Plausible role in the treatment of diabetes-associated neurological disorders / S. Shaikh, S.M.D. Rizvi, S. Shakil [et al.] // *Biotechnol. Appl. Biochem.* — 2016. — Vol. 63, N1. — P. 145–150. DOI: 10.1002/bab.1319.
41. Shakil S. Molecular Interaction of Anti-Diabetic Drugs With Acetylcholinesterase and Sodium Glucose Co-Transporter 2 / S. Shakil // *J. Cell Biochem.* — 2017. — Vol. 118, N11. — P. 3855–3865. DOI: 10.1002/jcb.26036.
42. Arab H.H. Targeting ROS-Dependent AKT/GSK-3 $\beta$ /NF- $\kappa$ B and DJ-1/Nrf2 Pathways by Dapagliflozin Attenuates Neuronal Injury and Motor Dysfunction in Rotenone-Induced Parkinson's Disease Rat Model / H.H. Arab, M.M. Safar, N.N. Shahin // *ACS Chem. Neurosci.* — 2021. — Vol. 12, N4. — P. 689–703. DOI: 10.1021/acscchemneuro.0c00722.
43. Arafa N.M.S. Canagliflozin prevents scopolamine-induced memory impairment in rats: Comparison with galantamine hydrobromide action / N.M.S. Arafa, E.H.A. Ali, M.K. Hassan // *Chem. Biol. Interact.* — 2017. — Vol. 277. — P. 195–203. DOI: 10.1016/j.cbi.2017.08.013.

© Колесников Олег Леонидович ( kaf-biol@mail.ru ),

Колесникова Алла Алексеевна ( olekol@mail.ru ), Тарабрина Юлия Олеговна ( julikol@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ОЦЕНКА ТАКТИКИ ВРАЧА ПРИ ПЕРВОМ ОБРАЩЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПИГМЕНТНЫМИ ОПУХОЛЯМИ КОЖИ

### ASSESSMENT OF THE DOCTOR'S TACTICS AT THE FIRST ADMISSION OF PATIENTS WITH SKIN PIGMENTAL TUMORS

**O. Konopatskova  
Yu. Stanchina**

*Summary.* In recent years, there has been an increase in the number of pigmented skin tumors. Analysis of doctors' tactics in patients with such pathology will help to avoid possible mistakes and improve the situation of secondary prevention of melanoma of the skin. To determine the causes of neglect and errors of doctors with skin melanoma, the tactics at the pre-hospital stage were retrospectively studied in 3136 patients who were registered at an oncological dispensary in the Saratov region for the period from 1980 to 2019. A prospective similar analysis was carried out in a group of patients with pigmented skin nevi — 250 people.

*Results.* The analysis made it possible to draw attention to organizational and tactical errors of polyclinic doctors. These include: lack of oncological alertness of first-contact doctors conducting an examination of the population; incomplete examination; superficial collection of anamnesis (without taking into account risk factors); violation of the principle of routing patients with suspected cancer; monitoring of pigmented skin formations in the presence of symptoms of their activation.

*Conclusions.* The analysis of preclinical diagnostics for pigmented skin tumors showed that, as before, there are a number of organizational and tactical errors of first-contact doctors. The focus on these errors will not only increase the oncological alertness of this category of doctors, but also adjust tactics in this category of patients, which ultimately serves as a secondary prevention of skin melanoma.

*Keywords:* melanoma; pigmented nevus; tactics of first-contact doctors; medical errors.

**Конопацкова Ольга Михайловна**

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов  
o.konopatskova@mail.ru*

**Станчина Юлия Валериевна**

*Аспирант, ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов  
juvfresh@yandex.ru*

*Аннотация.* В последние годы отмечается увеличение числа опухолей кожи пигментного характера. Анализ тактики врачей у пациентов с подобной патологией поможет избежать возможных ошибок и улучшить ситуацию по вторичной профилактике меланомы кожи. Для определения причин запущенности и ошибок врачей при меланоме кожи ретроспективно изучена тактика на догоспитальном этапе у 3136 больных, находившихся на учете в онкологическом диспансере в Саратовской области за период с 1980 по 2019 гг. Проспективный аналогичный анализ проведен в группе пациентов с пигментными невусами кожи — 250 человек.

*Результаты.* Проведенный анализ позволил обратить внимание на организационные и тактические ошибки врачей поликлинического звена. К ним отнесены: отсутствие онконастороженности врачей первого контакта, проводящих осмотр населения; неполное обследование; поверхностный сбор анамнеза (без учета факторов риска); нарушение принципа маршрутизации больных с подозрением на онкозаболевание; наблюдение за пигментными образованиями кожи при наличии симптомов их активизации.

*Выводы.* Анализ доклинической диагностики при пигментных опухолях кожи показал, что, по-прежнему, имеется ряд организационных и тактических ошибок врачей первого контакта. Акцент на эти ошибки позволит не только повысить онкологическую настороженность данной категории врачей, но и скорректировать тактику у этой категории больных, что, в конечном итоге, служит вторичной профилактикой меланомы кожи.

*Ключевые слова:* меланомы; пигментный невус; тактика врачей первого контакта; врачебные ошибки.

**Е**жегодно в мире наблюдается увеличение числа новых случаев злокачественных новообразований кожи, среди них около 132000 — меланомы кожи (WHO, 2013). Составляя лишь 3–5% в структуре всех опухолевых заболеваний, именно меланомы кожи является главной причиной смерти больных с онкопатологией кожи (Гельфонд М.Л., 2012; Петрова Г.В. с соавт., 2014; Markovic S.N. et al., 2007; Whitman D.C. et al.,

2011). В связи с высокой заболеваемостью, не теряет актуальность вопрос и о предмеланомной патологии кожи, в частности, о пигментных невусах и адекватной тактике при них в концепции вторичной профилактики меланомы [Ахматова А.М. с соавт., 2011; Малишевская Н.П., 2014]. Поэтому для врача, ведущего амбулаторный прием, обязательным условием эффективной работы является наличие онкологической насторо-

женности и знание основных клинических признаков, позволяющих своевременно и правильно определить тактику при пигментных образованиях.

## Цель

Проанализировать тактику врачей на этапе первого обращения пациентов, имеющих пигментные опухоли кожи.

## Материалы и методы

С целью определения причин запущенности и ошибок врачей, ретроспективно изучена тактика на догоспитальном этапе у 3136 больных меланомой в Саратовской области в 1980–2019 гг. Меланома чаще встречалась в возрасте старше 60 лет (1772 человека — 56,5%). У основной массы больных (2984–95,2%) фоном для развития меланомы послужили пигментные невусы, как приобретенные (2520 пациентов — 80,4%), так и врожденные (464 человек — 14,8%). Меланома, развивающаяся на фоне врожденного пигментного невуса, чаще наблюдалась в возрасте до 39 лет — 441 человек (86,3%); на фоне приобретенного пигментного невуса — у лиц старше 40 лет — 2467 больных (97,9%). Появление меланомы на неизменной коже — в группе лиц старше 40 лет — 70 человек (89,7%). Проспективную группу составили 250 пациентов с клинически установленным диагнозом пигментного невуса кожи. Среди них преобладали женщины 170 (68%), имеющие II–III фототип кожи — 232 (92,8%); узловую форму роста невуса — (134–65,2%) и гистологически — внутридермальный тип (171 пациент — 61,2%).

## Результаты

По результатам ретроспективного анализа удалось уточнить время, прошедшее от начала появления изменений до первого обращения к врачу. У большинства больных этот период составлял от одного месяца до года (1912 пациентов — 61%). Непосредственно после появления каких-либо жалоб к врачу обратились 155 человек (4,9%); в период от года до пяти лет — 1069 больных (34,1%). Основная жалоба, с которой обращались к врачу, была на быстрый темп роста (как правило, в течение 6 месяцев) предшествующего пигментного образования. Это отметили 1975 человек (63%). Другими жалобами были изменение поверхности (775 пациентов — 24,7%) и цвета (386 человек — 12,3%). Из анамнеза определяли причины, способствующие активизации: солнечная инсоляция у 1938 (61,8%) человек; хроническая травматизация предшествующего пигментного образования у 926 (29,5%); изменения, связанные с гормональным воздействием — у 231 (7,4%) пациентов. Не выяснены причины у 41 (1,3%) че-

ловек. Проведенный ретроспективный анализ качества диагностики меланомы на первом этапе показал, что с момента первого обращения к врачу до начала лечения только у 907 (28,9%) человек из 3136 была избрана правильная тактика: пациенты сразу были консультированы онкологом и направлены на лечение. Длительное наблюдение (более шести месяцев) по рекомендации врача (при наличии симптомов активизации), отсутствие консультации онколога и морфологической верификации отмечено у 2073 (66,1%) пациентов. Не проявилась онкологическая настороженность при осмотре 156 (5%) человек, которые были отпущены домой без дальнейших рекомендаций, т.к. имеющаяся патология, по мнению врача первого контакта, не представляла опасности.

Для изучения тактики ведения на амбулаторном этапе проанализированы медицинские карты 250 человек, имеющих пигментные невусы (впоследствии подтвержденные гистологически). Из анамнеза установлено, что у 196 (78,4%) человек невус был приобретенным, у 54 (21,6%) — врожденным. Это соотношение было, практически, одинаковым у женщин и мужчин. Поводом для обращения к врачу, чаще всего, служил рост невуса — у 88 (35,2%) пациентов. Изменение цвета в сторону гиперпигментации отметили 53 (21,2%) человека, изменение поверхности (неравномерность, шелушение) — 41 (16,4%), зуд, жжение — 39 (15,6%) человек. В анамнезе у 86 (34,4%) пациентов отмечена неоднократная травма невуса. Реже обращали внимание на нечеткость контуров — 20 (8%); у 9 (3,6%) пациентов жалоб не было и обратились они к врачу с целью удаления по косметическим соображениям. После появления беспокоящих признаков сразу к врачу обратились 63 (25,2%) человека, но чаще пациенты обращались за медицинской помощью в течение двух-шести месяцев с момента появления изменений пигментного невуса — 127 (50,8%) человек. На дополнительную консультацию к онкологу были направлены 70 (28%) пациентов из 250 и им сразу была дана рекомендация удаления в диспансере. Наблюдались врачами в поликлинике без проведения консультации онколога 148 (59,2%) человек: у хирурга — 59 (39,9%), у дерматолога 89 (60,1%) пациентов. Непосредственно онколог наблюдал 32 (12,8%) человека. Сроки наблюдения: месяц 39 (21,7%), до трех месяцев 67 (37,2%), до шести месяцев — 43 (23,9%), более полугода — 31 пациент (17,2%).

Таким образом, при определении причин запущенности и ошибок врачей, проведенный анализ на догоспитальном этапе у 3136 больных меланомой показал, что от начала появления признаков, беспокоящих пациентов до обращения к врачу у 1912 человек (61%) прошло от месяца до года. Тактика врачей поликлинического звена не всегда была адекватной: длительное

наблюдение за больными, даже при наличии симптома роста, констатировано у 2073 (66,1%) человек. Качество оказываемой медицинской помощи, а именно — недостаточная онконастороженность врачей первого контакта, формализм приема и отсутствие наружного осмотра кожного покрова на наличие пигментных образований привели, естественно, к врачебным ошибкам. К ним отнесены: отсутствие онконастороженности врачей первого контакта, проводящих осмотр населения; неполное обследование; поверхностный сбор анамнеза (без учета факторов риска); нарушение принципа маршрутизации больных с подозрением на онкозаболевание; дефекты обследования (больных не всегда консультировал онколог); наблюдение при наличии симптомов активизации. До настоящего времени многие из врачей различных специальностей считают возможным самостоятельно решать тактические вопросы, не прибегая к консультации онколога. Естественно, что все это отрицательно сказывается на тактике. Представленные сведения свидетельствуют о низкой эффективности работы врачей первого контакта. Самой частой тактической ошибкой было длительное наблюдение за больными: при меланоме кожи у 2073 больных (66,1%) из 3136; при пигментных невусах — 180 (72%) пациентов из 250. Сразу были направлены в стационар 907 (28,9%) из 3136 больных меланомой и 70 (28%) из 250 пациентов с невусами. Остальных наблюдали в поликлинике в течение разного срока, как правило, те же врачи, к которым пациенты обратились в первый раз.

Таким образом, проведенный анализ врачебных ошибок доказывает необходимость перманентного обучения на информационных курсах врачей поликлинического звена (дерматолога, косметолога, хирурга), не имеющих специализации онкологов, с целью повышения онкологической настороженности в отношении диспластических пигментных невусов кожи, а также обосновывает применение в их повседневной практике как классических, так и новых неинвазивных способов диагностики пигментных опухолей кожи, определяющих лечебную тактику.

### Заключение

Для онкологов является давно доказанным тот факт, что пигментные образования на коже просто обнару-

жить при физикальном осмотре, поэтому обязанностью врача любой специальности должно быть непременно обследование кожи. В этой ситуации нельзя говорить о слабом материально-техническом обеспечении медицинских учреждений, т.к. диагностические аппараты если и отсутствуют, то всегда есть возможность дополнительной консультации, а правомочность цитологической диагностики пигментных опухолей кожи не вызывает сомнений. Своевременное выявление и удаление диспластических пигментных невусов следует рассматривать как фактор вторичной профилактики меланомы кожи.

### Выводы

Анализ эффективности диагностики пигментных опухолей кожи на амбулаторно-поликлиническом этапе оказания медицинской помощи показал, что, по-прежнему, имеется ряд организационных и тактических ошибок врачей первого контакта. Акцент на эти ошибки позволит не только повысить онкологическую настороженность врачей, не имеющих квалификации онкологов, но и, своевременно скорректировать тактику у этой категории больных.

### Дополнительная информация

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить в связи с публикацией данной статьи.

**Этика.** Проведенное исследование одобрено комитетом по этике ФГБОУ ВО Саратовского государственного медицинского университета им. В.И. Разумовского Минздрава России по протоколу № 9 от 7 мая 2019 года. В исследовании использованы данные людей в соответствии с подписанным информированным согласием.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки

**Участие авторов.** Концепция, дизайн исследования, редактирование — Конопацкова О.М. Сбор материала, написание текста статьи — Станчина Ю.В.

### ЛИТЕРАТУРА

1. WHO. Ultraviolet radiation and the INTERSUN Programme [Electronic resource]. URL: <http://www.who.int/uv/faq/skincancer/en/index1.html> (Access Aug 2013).
2. Анализ пятилетней выживаемости больных с меланомой по данным Федерального ракового регистра / Г.В. Петрова, О.П. Грецова, Ю.И. Простов, М.Ю. Простов // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2014. № 3. С. 47–50.
3. Гельфонд М.Л. Дифференциальная диагностика опухолей кожи в практике дерматологов и косметологов // Практическая онкология. 2012. Т. 13, № 2. С. 69–79



4. Malignant Melanoma in the 21<sup>st</sup> Century, Part 1: Epidemiology, Risk Factors, Screening, Prevention, and Diagnosis / S.N. Markovic, L.A. Erickson, R.D. Rao [et al.] // Mayo Clin. Proc. 2007. Vol. 82, № 3. P. 364–380.
5. Whiteman D.C., Pavan W.J., Bastian B.C. The melanomas: a synthesis of epidemiological, clinical, histopathological, genetic, and biological aspects, supporting distinct subtypes, causal pathways, and cells of origin // Pigment cell & melanoma research. 2011. Vol. 24, № 5. P. 879–897.
6. Ахматова А.М., Потехаев Н.Н., Решетов И.В., и др. К проблеме ранней диагностики меланомы кожи // Клиническая дерматология и венерология. 2011. № 2. С. 4–6
7. Малишевская Н.П., Соколова А.В. Современные методы неинвазивной диагностики меланомы кожи // Вестник дерматологии и венерологии. 2014. № 4. С. 46–53.

© Конопацкова Ольга Михайловна ( o.konopatskova@mail.ru ), Станчина Юлия Валериевна ( juvfresh@yandex.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Саратов

## ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФИБРОГЕНЕЗА ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПЕЧЕНИ

### PATHOGENETIC FEATURES OF FIBROGENESIS IN CHRONIC LIVER DISEASES

**Z. Nadirova  
A. Dalgatova  
V. Gorelova  
E. Ibragimova  
G. Dalgatova**

*Summary.* This article describes methods that allow conducting multiple studies to assess the dynamics of the pathological process, including during therapy, and can also be used as screening tests in patients from risk groups. The dynamics of fibrotic changes during treatment is also assessed, it is recommended after performing a liver biopsy before starting the course of therapy or in combination with other non-invasive tests.

*Keywords:* fibrous septa, chronic hepatitis, fibrogenic mediators, hepatocytes, fibronectin, fibrogenesis.

**Надирова Зайнаб Абулмуслимовна**

К.м.н., доцент, ФБГОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ  
zaynab\_nadirova@mail.ru

**Далгатова Асера Арабхановна**

К.м.н., ассистент, ФБГОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ  
d.asera.a@mail.ru

**Горелова Виктория Геннадьевна**

К.м.н., доцент, ФБГОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ  
dgma@list.ru

**Ибрагимова Эльмира Ибрагимовна**

К.м.н., ассистент, ФБГОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ  
ibragim85@mail.ru

**Далгатова Гюзель Арабхановна**

К.м.н., ассистент, ФБГОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ  
d.guzel.a@mail.ru

*Аннотация.* В данной статье описываются методы, которые позволяют проводить многократные исследования для оценки динамики патологического процесса, в том числе и на фоне терапии, а также могут использоваться в качестве скрининг — тестов у пациентов из групп риска. Также оценивается динамика фиброзных изменений на фоне лечения рекомендовано после выполнения биопсии печени до начала курса терапии или в комплексе с другими неинвазивными тестами.

*Ключевые слова:* фиброзные септы, хронический гепатит, фиброгенные медиаторы, гепатоциты, фибронектин, фиброгенез.

**Ф**иброз печени (ФП) — результат длительного ее повреждения, сопровождаемого диспозицией белков ВКМ, итог прогрессирования хронических заболеваний печени (ХЗП). Нарушение печеночной архитектоники с формированием фиброзных септ, узлов регенерации приводит, в конечном счете, к ЦП и нарушению печеночной функции [1].

Данное определение подразумевает, что ЦП — явление необратимое. Однако имеется достаточно до-

казательств обратимости этого процесса. Основными причинами ФП у лиц, проживающих в индустриально развитых странах, являются хронический гепатит С (ХГ С), хронический гепатит В (ХГ В), злоупотребление алкоголем и неалкогольный стеатогепатит (НАСГ).

На ранних стадиях ФП практически никаких явных клинических проявлений этого патологического процесса не отмечается и лишь морфологическое исследование биоптата позволяет обнаружить признаки на-

чинающихся структурных изменений, выражающихся в чрезмерном накоплении ВКМ. Молекулярный состав измененной соединительной ткани при ЦП примерно одинаков, независимо от этиологии процесса. Он считается результатом чрезмерного накопления ВКМ. Естественное развитие хронического повреждения печени — прогрессирование фиброза, в конечном итоге приводящее к циррозу и гепатоцеллюлярной карциноме (ГЦК). Гепатоциты являются мишенями для большинства повреждающих агентов, включающих вирусы гепатита, метаболиты алкоголя, токсичные желчные кислоты и др. Повреждение гепатоцитов сопровождается высвобождением радикалов кислорода, фиброгенных медиаторов и активацией воспалительных клеток [2].

Среди факторов необратимого повреждения ткани печени выделяют местные и системные механизмы. В печени определенную роль играют следующие процессы:

- ◆ массовая гибель (некроз) гепатоцитов, которая нарушает, вызывая стрессорную (повреждающую) активацию синусоидальных клеток (СК), и прежде всего клеток Ито. В результате клетки Ито утрачивают пластические и регуляторные функции стволовых клеток и превращаются в зрелые фибробласты, которые не способны регулировать межклеточные взаимодействия и структуру ВКМ, вызывая дисбаланс функций клеток печени (потеря микроворсинок на гепатоцитах, капилляризация синусоидов, нарушение растормаживания митотических потенциалов гепатоцитов);
- ◆ преобладание процессов синтеза фибриллярных матриксных коллагенов и относительная недостаточность синтеза (активности) матриксных протеиназ (коллагеназ) ведет к формированию фиброзной ткани, которое начинается в пространстве Диссе. В результате имеет место отложение коллагена 1, 3, 5-го типов и фибронектина, которые создают препятствия для нормального обмена веществ между кровью синусоидов, гепатоцитов и СК [3].
- ◆ развитие дискоординации биорегуляторных ритмов активности гепатоцитов и СК вследствие снижения массы гепатоцитов до критического уровня. В результате резко возрастает функциональная нагрузка на эти клетки и, соответственно, снижается и десинхронизируется их митотическая активность, а также возрастает апоптоз сохранившихся гепатоцитов.

Многочисленные повреждающие агенты, являясь триггерами фиброгенеза, запускают процесс образования фибриллярных структур или чрезмерного синтеза

и накопления ВКМ. Молекулярный состав измененной соединительной ткани при ФП примерно одинаков, независимо от этиологии процесса.

Длительная персистенция активных клеток Ито приводит к аккумуляции протеинов ВКМ и прогрессированию фиброза. Молекулы ВКМ объединяются в большие молекулярные образования: коллагены, неколлагеновые гликопротеиды, глюкозаминогликаны, протеогликаны и эластин. Накопление коллагена — важный этап развития ФП, так как он является основным компонентом, формирующим механический каркас органа [5].

Из 20 различных типов коллагена, имеющих определенную функцию и специфическую локализацию, более 10 найдено в печени. За формирование фибрилл отвечают коллагены I, III и IV типов, формирующие базальную мембрану клеток. После повреждения печени большое значение приобретают ранние изменения матрикса в пространстве Диссе, который из базального мембраноподобного матрикса начинает преобразовываться в интерстициальный матрикс, состоящий преимущественно из коллагена III и IV типов, входящего в состав фибрилл и фибронектина [6].

Подобное изменение состава ВКМ в конечном итоге может напрямую стимулировать фиброгенез. Коллаген IV типа, фибриноген и урокиназный тип активатора плазминогена активируют ЗК путем стимуляции латентных цитокинов, таких как TGF-β1.

Фибриллярные коллагены могут связывать и стимулировать ЗК посредством дискоидинового домена рецептора DDR2 и интегринов. Более того, измененный ВКМ может служить «резервуаром» для факторов роста (ФР) и ММП [215].

В результате избыточного синтеза компонентов ВКМ синусоиды превращаются в капилляры, исчезают фенестры эндотелия. В итоге нарушается обмен веществ между гепатоцитами и кровью. Стенозирование синусоидов повышает сосудистое сопротивление в печени и способствует формированию портальной гипертензии (ПГ) [7].

Прогрессирование фиброза нарушает архитектуру печени и обуславливает развитие ЦП и ПГ.

К тому же длительная стимуляция эпителиальной пролиферации в аномальной среде ВКМ (регенеративные узелки) предрасполагает к развитию ГЦК [6].

В процессе хронического воспаления увеличивается количество рецепторов к цитокинам, стимулирующих пролиферацию и фиброгенез. Активированные

ЗК секретируют воспалительные хемокины, экспрессируют адгезивные молекулы и модулируют активацию лимфоцитов, особенно Т-хелперных клеток. Таким образом, создается замкнутый круг из иммунных клеток и клеток Ито, которые взаимно активируют друг друга. Радикалы кислорода и протеазы усиливают клеточное повреждение.

Любое повреждение гепатоцитов сопровождается высвобождением свободных радикалов и фиброгенных медиаторов, в том числе и цитокинов, вовлечением лейкоцитов в воспалительный процесс [6].

Кроме того, фиброгенную активность миофибробластов печени стимулирует апоптоз поврежденных гепатоцитов. Воспалительные клетки (лимфоциты, нормальные киллеры, полиморфно-ядерные клетки) активируют клетки Ито, синтезирующие коллаген. Они являются ключевыми в фиброгенезе печени.

Процесс регуляции ФП изучен недостаточно. Большинство результатов получено при исследовании на культуре ЗК. В то же время понимание их роли *in vivo* осуществляется при изучении экспериментального фиброгенеза на лабораторных линиях мышей [7].

#### Гены, регулирующие

Полиморфизм генов объясняет разное течение ФП при хронических заболеваниях печени. Однако результаты исследований данной проблемы крайне противоречивы и требуют дальнейшего изучения [85]. Многочисленные исследования, посвященные проблеме ФП, позволили определить ключевые гены, инициирующие фиброгенез [7].

Гены, регулирующие синтез воспалительных цитокинов (ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-10, IFN- $\gamma$ , остеоопонтин), определяют развитие ФП в ответ на воспаление. Гены, кодирующие никотинамидадениндинуклеотидфосфат-Н-оксидазу (НАДФ-Н-оксидаза), регулируют как воспаление, так и депозицию ВКМ.

Данные ферментные системы сохраняют постоянную активность, продуцируя относительно низкие уровни свободнорадикальных веществ по отношению к базальным уровням и генерируют более высокие уровни перекисного окисления липидов (ПОЛ) в ответ на действие цитокинов. Регуляция синтеза фиброгенных факторов (TGF, FGF и др.), вазоактивных субстанций (ангиотензин-2, норэпинефрин) и адипокинов (лептин и адипонектин) способствует образованию компонентов ВКМ. Гены апоптоза клеток печени и (или) некроза (Bcl-xL, Fas-лиганды) влияют на степень повреждения гепатоцитов и последующий фиброзный ответ.

Кроме того, открыты специфические гены для каждого заболевания. Варибельность генов, кодирующих воспалительные медиаторы (TNF- $\alpha$ , ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-10, цитотоксичный Т-лимфоцитарный антиген-4, рецептор CD14, супероксиддисмутаза), может способствовать прогрессированию алкогольной болезни печени, тогда как роль в фиброгенезе печени полиморфизма генов цитохрома P-450, алкоголь — и альдегиддегидрогеназы, определяющих индивидуальную чувствительность к алкоголю, сомнительна.

Различные варианты ХГ С отвечают за персистенцию, противовирусный ответ, фиброгенные агонисты (ангиотензиноген, TGF- $\beta$ 1), способствуют прогрессированию фиброза. Возможно, что ангиотензиноген и TGF- $\beta$ 1 могут быть ассоциированы со степенью выраженности стеатоза.

«Золотым стандартом» оценки выраженности ФП остается биопсия печени. Однако в среднем лишь 5% пациентам с риском развития фиброза проводят биопсию печени. Гистологическое исследование в ряде случаев позволяет уточнить причину заболевания печени, а также оценить степень активности. Наиболее распространенными и общепринятыми являются полуколичественные способы оценки выраженности ФП по шкале METAVIR или K.G. Ishak и соавт. [9]. Для морфометрического анализа могут использоваться специфические окраски, направленные на выявление компонентов ВКМ. К основным недостаткам биопсии печени относится инвазивный характер исследования, при котором боль наблюдается в 25% случаев, а у 0,5% больных — более серьезные осложнения. Их развитие нередко связано с опытом врача, выполняющего биопсию. Возможны ошибки при интерпретации гистологической картины различными исследователями или при повторном исследовании тем же специалистом. А также имеется масса несовершенств в имеющихся системах полуколичественной оценки стадии фиброза. Отмечается значительное различие показателей в различных образцах (до 40%), высокая внутри — и межпатологическая варибельность [4].

Существует ряд противопоказаний к проведению биопсии печени: коагулопатии; повышенное давление в желчных путях; аллергические реакции на обезболивающие препараты; негативный настрой и страх пациента; нежелательность наркоза для бывших потребителей психоактивных веществ; отягощенность другими заболеваниями, особенно в пожилом возрасте.

Кроме того, высокая стоимость и нежелание больных подвергаться инвазивным процедурам обуславливают необходимость разработки неинвазивных методов диагностики фиброза печени.

Учитывая необходимость в простом неинвазивном и воспроизводимом методе оценки ФП, современный этап развития клинической гепатологии характеризуется постепенным отходом от традиционно принятого, служившего в течение веков основным путем накопления врачебных знаний, морфологического метода исследования. Этому способствуют три обстоятельства: бурное развитие методов визуализации, позволяющих получить детальную картину структуры органа; высокая стоимость биопсии и морфологического исследования ткани печени в западных странах; пассивная позиция гепатологов, не владеющих методикой забора ткани печени и не умеющих трактовать результаты морфологического исследования. Основной аргумент — инвазивность биопсии — часто служит поводом для необоснованного отказа от проведения морфологического исследования, результаты которого в сложных клинических ситуациях становятся определяющими в подтверждении диагноза и определении стратегии терапии хронического заболевания печени. Аналогичный подход в европейских странах, в частности во Франции, послужил стимулом для поиска и разработки неинвазивных методов (эластометрия — изучение эластических свойств ткани печени; сывороточные тесты — определение компонентов экстрацеллюлярного матрикса, принимающих участие в процессе фиброгенеза, в сыворотке крови), диагностики фиброза печени у больных хроническими гепатитами, значительно сузив при этом спектр показаний к биопсии печени.

Предложено несколько способов оценки выраженности ФП на основании рутинных лабораторных тестов, включающих показатели активности аминотрансфераз и белков острой фазы воспаления в сыворотке крови, количества тромбоцитов, протромбинового времени.

Содержание в сыворотке белков, непосредственно связанных с фиброгенезом в печени, таких как N-концевой пропептид коллагена III типа, а также гиалуроновую кислоту, тканевой ингибитор металлопротеиназ 1 типа также пытаются использовать в качестве суррогатных маркеров ФП [3]. Эти подходы к оценке ФП обладают высокой специфичностью при крайних степенях выраженности фиброза: ЦП или минимальных изменений в печени, но недостаточно специфичны для разграничения промежуточных вариантов.

Специфичные для фиброза белки могут отражать фиброгенез в других органах (например, фиброз поджелудочной железы у больных с хронической алкогольной интоксикацией). В стадии разработки находятся методы неинвазивной диагностики фиброза, основанные на протеомике и гликомике сывороточных белков, с использованием анализаторов последова-

тельностей/фрагментов ДНК, способных генерировать профили N-протеингликанов сыворотки крови.

Наконец, ФП пытаются оценить при помощи лучевых, т.е. визуальных методов диагностики. Ультразвуковое исследование, компьютерная и магнитно-резонансная томографии позволяют выявлять изменения паренхимы печени, обусловленные значительным и тяжелым фиброзом. Ультразвуковое исследование позволяет выявлять продвинутые стадии ЦП на основании обнаружения неровного контура печени, признаков портальной гипертензии [6]. Оценка данных ультразвукового исследования в значительной степени зависит от профессионализма врача, проводящего данную манипуляцию. Кроме того, повышенная экзогенность печени может наблюдаться не только при выраженном фиброзе, но и при значительном стеатозе печени.

Наконец, обнадеживает внедрение в клиническую практику кратковременной эластографии печени («Фиброскан») [6].

В то же время необходимо помнить, что клиническое применение неинвазивной диагностики фиброза (эластометрии и сывороточных тестов) стало возможным после сравнительного анализа получаемых данных с результатами морфологического исследования ткани печени.

Вышеперечисленные обстоятельства объясняли назревшую необходимость в разработке и внедрении в практику точных, информативных и неинвазивных методов диагностики фиброза печени на любой стадии процесса. Требовались методы, которые позволили бы проводить многократные исследования для оценки динамики патологического процесса, в том числе и на фоне терапии, а также могли бы использоваться в качестве скрининг — тестов у пациентов из групп риска.

Одним из таких высокотехнологичных неинвазивных методов оценки степени фиброза печени является фиброэластометрия — определение фиброза с помощью упругих волн. Исследование проводится на аппарате «Фиброскан» (Echosens, Франция; рис 1). Фиброскан был изобретен и сконструирован во Франции в начале 2000-х. В серийное производство поступил в 2003 году, а в России прошел государственную регистрацию в конце 2006 года. Теоретической предпосылкой для разработки эластометрии послужил клинический опыт расшифровки уплотнения печени при пальпации в пользу выраженного ФП или ЦП. Выделяют 4 этапа в совершенствовании эластографической техники:

- 1 — статическая эластография;
- 2 — динамическая эластография;



Рис. 1. Аппарат «Фиброскан»

3 — дистанционная эластография;  
4 — кратковременная эластография (транзиторная), наиболее приемлемая для оценки выраженности ФП.

Рабочая часть аппарата представлена ультразвуковым преобразовательным датчиком, в который установлен источник колебаний средней амплитуды и низкой частоты. Генерируемые им колебания передаются на исследуемые подлежащие ткани печени и создают упругие волны, подвергающие модуляции отраженный ультразвук. Скорость распространения упругих волн определяется эластичностью печеночной ткани, которая в свою очередь зависит от содержания в печени фиброзной ткани. Полученный результат выражается в килопаскалях (кПа) и позволяет четко распределять больных по стадиям заболевания от F0 (отсутствие фиброза) до F4 (цирроз печени) по шкале METAVIR.

Многочисленные исследования подтвердили достаточно высокую степень соответствия стадии фиброза,

полученную в результате фиброэластометрии и данным системы полуколичественной оценки фиброза по METAVIR на основании морфологических изменений в биоптатах (табл. 2) при максимальной диагностической точности эластометрии при стадиях F3-F4 [3]. Кроме того, показана отличная прогностическая ценность фиброэластометрии, высокая чувствительность и специфичность метода [43].

Суммарный объем подвергающейся исследованию печеночной ткани составляет в среднем 6 см<sup>3</sup>, что многократно превышает таковой при пункционной биопсии и позволяет судить о состоянии печени в целом, а не отдельного её фрагмента.

Преимущества метода заключаются в следующем: метод безопасен; нетравматичен; используется в педиатрии; проводится без предварительного обследования и подготовки пациента; не требует госпитализации; экономически доступнее, чем процедура биопсии; по-

зволяет осуществлять диагностику цирроза на ранних стадиях; не требует наличия в медицинском учреждении опытного морфолога; может повторяться пациенту неоднократно, что актуально при диспансерном наблюдении и контроле эффективности лечения.

Процедура безболезненна и занимает несколько минут. Результаты отображаются на мониторе и заносятся в электронную базу данных пациентов. Специаль-

ной подготовки к процедуре не требуется. Исследование производится в положении пациента лежа на спине с максимальным отведением правой руки. Никаких неприятных ощущений исследование не вызывает.

В Дагестане впервые на Северном Кавказе с февраля 2010 г. на базе медицинского центра «Гепар» г. Махачкала успешно внедрена в практику фиброэластометрия с использованием аппарата «Фиброскан».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашкин В.Т., Воликовский Л.Я., Тесаева Е.В. Первый российский опыт неинвазивной диагностики фиброза печени с помощью аппарата «Фиброскан» // Российский журнал гастроэнтерологии и гепатологии. 2006. № 6. С. 65–69.
2. Калашникова М.М. Ультраструктурная характеристика процесса резорбции коллагена в цирротически измененной печени // Бюллетень экспериментальной биологии. 2000. Т. 129, № 1. С. 4–11.
3. Морозов С.В., Труфанова Ю.М., Павлова Т.В. и др. Применение эластографии для определения выраженности фиброза печени: результаты регистрационного исследования в России // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2008. № 2. С. 40–47.
4. Павлов, Ч.С. Фиброз печени при хронических вирусных гепатитах В и С: дис. . . д-ра мед. наук. М., 2009. 252 с.
5. Павлов Ч.С., Глушенков Д.В., Ивашкин В.Т. Современные возможности эластометрии, фибро- и акти-теста в диагностике фиброза печени // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии. 2008. Т. XVIII, № 4. С. 43–52.
6. Глушенков Д.В., Коновалова О.Н., Ивашкин В.Т. и др. Неинвазивная диагностика фиброза печени на ранних стадиях его развития // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. (Приложение № 32). 2008. Т. 18, № 5. С. 83.
7. Глушенков Д.В., Павлов Ч.С., Маевская М.В., Ивашкин В.Т. и др. Возможности эластометрии и фибротеста в диагностике цирроза печени // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. (Приложение № 31). 2008. Т. 18, № 1. С. 9.
8. Afdhal N.H., Nunes D. Evaluation of liver fibrosis: a concise review // Am.J. Gastroenterol. 2004. V. 99. P. 1160–1174.
9. Desmet V.J. Milestones in liver disease. Scoring chronic hepatitis // J. Hepatol. 2003. V. 38. P. 382–386.

© Надирова Зайнаб Абулмуслимовна (zaynab\_nadirova@mail.ru), Далгатова Асера Арабхановна (d.asera.a@mail.ru), Горелова Виктория Геннадьевна (dgma@list.ru), Ибрагимова Эльмира Ибрагимовна (ibragim85@mail.ru), Далгатова Гюзель Арабхановна (d.guzel.a@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦИТОКИНОВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ ХГ С ПЕГИНФ- $\alpha$ -2А И РИБАВИРИНОМ

### DYNAMICS OF CYTOKINE INDICES IN THE TREATMENT OF HCG PATIENTS WITH PEGINF-A-2A AND RIBAVIRIN

**Z. Nadirova  
A. Dalgatova  
V. Gorelova  
E. Ibragimova  
G. Dalgatova**

*Summary.* The article discusses the use of PegINF- $\alpha$ -2a in combination with ribavirin contributes to a significant decrease in the concentrations of the studied cytokines, which serves as a prognostic sign of a good response to antiviral therapy in patients with chronic hepatitis C. Serum indicators of TGF- $\beta$ 1 and TIMP-1 have a reliable relationship with the main clinical parameters characterizing the activity of HCG. An increase in the content of TGF- $\beta$ 1 and TIMP-1 in blood serum is probably an unfavorable factor involved in the mechanisms of damage and progression of liver fibrosis in HCG.

*Keywords:* chronic hepatitis, cytokines, liver fibrosis, cirrhosis, hepatocellular carcinoma, fibroelastometry, liver tissue.

**Надирова Зайнаб Абулмуслимовна**

К.м.н., доцент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
zaynab\_nadirova@mail.ru

**Далгатова Асера Арабхановна**

К.м.н., ассистент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
d.asera.a@mail.ru

**Горелова Виктория Геннадьевна**

К.м.н., доцент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
dgma@list.ru

**Ибрагимова Эльмира Ибрагимовна**

К.м.н., ассистент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
ibragim85@mail.ru

**Далгатова Гюзель Арабхановна**

К.м.н., ассистент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
d.guzel.a@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается применение ПегИНФ- $\alpha$ -2a в сочетании с рибавирином способствует значительному снижению концентраций исследованных цитокинов, что служит прогностическим признаком хорошего ответа на противовирусную терапию больных хроническим гепатитом С. Сывороточные показатели TGF- $\beta$ 1 и ТИМП-1 имеют достоверную связь с основными клиническими параметрами, характеризующими активность ХГ С. Повышение содержания TGF- $\beta$ 1 и ТИМП-1 в сыворотке крови, вероятно, является неблагоприятным фактором, принимающим участие в механизмах повреждения и прогрессирования фиброза печени при ХГ С.

*Ключевые слова:* хронический гепатит, цитокины, фиброз печени, цирроз, гепатоцеллюлярная карцинома, фиброэластометрия, печеночная ткань.

**В**ирус гепатита С (HCV) — это ведущая причина заболеваний печени во всем мире. По данным ВОЗ, в мире HCV инфицированы 123 млн. человек, или 2% населения [241].

Механизмы прогрессирования хронических диффузных заболеваний печени вирусной этиологии до цирроза печени продолжают привлекать внимание исследователей. На сегодняшний день, часть исследователей связывают развитие фиброза с нарушением репарации стромы и гепатоцитов в участках повреждения портальных трактов и паренхимы печени, другие

авторы считают, что связано это с развитием иммунного воспаления [8].

На современном этапе проводятся многочисленные работы, в которых изучаются отдельные аспекты процессов фиброза печени, где нарушению соотношения про- и противовоспалительных цитокинов, баланса ММП и активности ТИМП отводится пристальное внимание [2].

Однако, полученные результаты зачастую противоречивы [4].



Таблица 1. Параметры цитокинов у больных ХГ С до и после противовирусного лечения, (M±SD)

Группа обследованных	TGF-β1 (пг/мл)	ТИМП-1 (нг/мл)
ХГ С до лечения (n=80)	672,2±	754,8±
ХГ С спустя 12 недель (n=71)	482,2±	720,5±
ХГ С спустя 24 недель (n=71)	318,8±	540,8±
Контроль (n=35)	257,3±	458,6±
Значение p	p1-2<0,05 p1-3<0,01 p1-4<0,01 p2-4<0,05 p3-4>0,05	p1-2>0,05 p1-3<0,05 p1-4<0,01 p2-4<0,05 p3-4>0,05

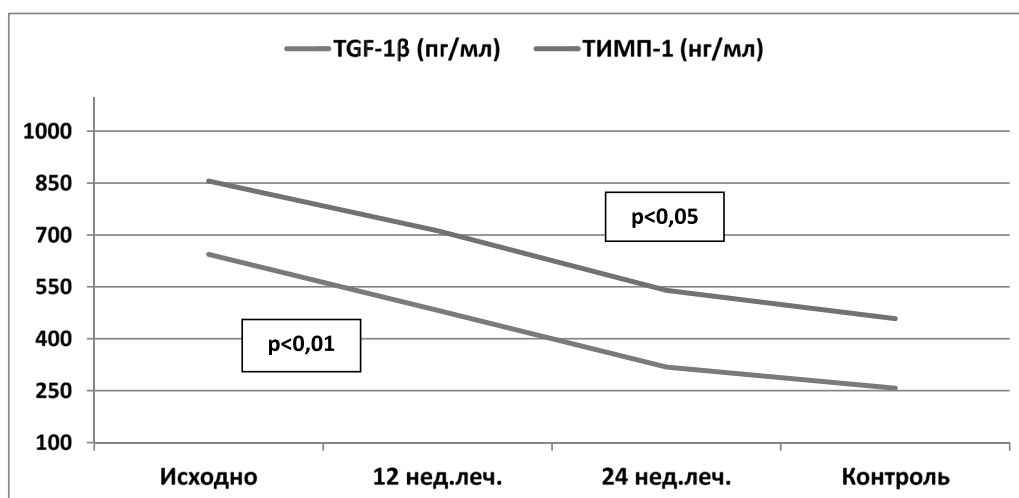


Рис. 1. Динамика показателей исследуемых цитокинов на фоне эффективного противовирусного лечения больных ХГ С (p<0,05 по сравнению с больными до начала и спустя 12–24 недель лечения)

Отсутствие единых взглядов на патогенез ХГ С приводит к невозможности создания высокоэффективных методов терапии, что отрицательно влияет на продолжительность жизни больных и определяет высокий уровень смертности. В результате прогрессирования ХГ С у значительного числа инфицированных HCV, обычно в возрасте 20–40 лет, развивается прогрессирующий фиброз с исходом в цирроз печени, на последних стадиях сопровождающийся развитием осложнений цирроза и гепатоцеллюлярной карциномы.

Комплексного изучения морфологических особенностей и механизмов регуляции процессов клеточной дифференцировки, пролиферации, апоптоза и фиброза при ХГ С не проводилось. Однако, по результатам исследований, в которых изучались отдельные аспекты патогенеза ХГ С, увеличение продукции профибротических цитокинов — мощного стимулятора роста, вырабатываемого макрофагами, TGF-β1 [1], продуцирующийся в избыточном количестве и регулирующий синтез внеклеточного матрикса (ВКМ), а также нарушение баланса

ММП, являются одними из ключевых звеньев развития фиброза печени.

В отдельных исследованиях также имеются упоминания о том, что данный цитокин, блокируя воспалительную реакцию, одновременно стимулирует синтез коллагена и обеспечивает ремоделирование внеклеточного матрикса.

Специфические тканевые ингибиторы ММП (ТИМП), среди которых наибольшее значение имеет ТИМП 1, непосредственно регулируют активность ММП. Содержание уровня TGF-β1 и ТИМП-1 у больных ХГ С на фоне противовирусной терапии показано в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, показатели TGF-β1 и ТИМП-1 у больных ХГ С до начала противовирусного лечения были значимо (p<0,01) повышены по сравнению с соответствующими показателями у здоровых лиц. На фоне эффективного противовирусного лечения спустя 12 недель уровень содержания TGF-β1

Таблица 2. Параметры цитокинов у больных ХГ С, не получавших противовирусного лечения спустя 24 недели (M±SD)

Группа обследованных	TGF-β1 (пг/мл)	ТИМП-1 (нг/мл)
ХГ С (n=45)	627,3±	774,2±
ХГ С спустя 24 недели (n=45)	612,8±138,2	742,6±184,1
Контроль (n=35)	257,3±	458,6±
Значение p	p1-2>0,05 p1-3<0,01 p2-3<0,01	p1-2>0,05 p1-3<0,05 p2-3<0,05

Таблица 3. Сравнительный анализ показателей эластичности (ПЭ) печеночной ткани у больных группы лечения и сравнения ХГ С в динамике противовирусной терапии (M±SD)

Индекс фиброза	До лечения, кПа	После 24 недель лечения, кПа	p
Группа лечения (n=80):	8,3±0,78	7,8±0,62	>0,05
стадия F0(n=32)	5,3±0,37	5,1±0,44	>0,05
стадия F1 (n=25)	7,0±0,74	6,5±0,64	>0,05
стадия F2(n=14)	9,8±0,92	9,2±0,78	>0,05
стадия F3(n=7)	12,5±1,72	11,7±1,45	>0,05
стадия F4(n=2)	24,8±1,7	23,7±1,4	>0,05
Группа сравнения (n=45)	8,2±0,95	8,8±1,45	>0,05

и ТИМП-1 значительно снизился по сравнению с соответствующими показателями до начала терапии (p<0,01 и p<0,05, соответственно). Уровень TGF-β1 и ТИМП-1 через 24 недели лечения достоверно (p<0,01 и p<0,05, соответственно) снизился по сравнению с их значениями до начала лечения и не отличался от контрольных показателей (рис. 1).

Содержание показателей TGF-β1 и ТИМП-1 у больных в группе сравнения представлено в *таблице 2*. Как видно, средние значения TGF-β1 и ТИМП-1 у больных ХГ С, получавшие дезинтоксикационную терапию без проведения противовирусного лечения существенно не изменялись в процессе наблюдения. Показатели TGF-β1 и ТИМП-1 в сыворотке крови спустя 24 недели сохранялись значительно (p<0,01 и p<0,05, соответственно) повышенными по сравнению с таковыми в группе контроля.

Таким образом, эффективная противовирусная терапия ПегИНФ-α-2а в сочетании с рибавирином больных ХГ С сопровождается снижением показателей цитокинового профиля, а именно, достоверным уменьшением TGF-β1 и ТИМП-1 в сыворотке крови. Полученные ре-

зультаты указывают на противофиброгенные свойства ИНФ-α-2а и рибавирина [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Оценка результатов фиброэластометрии при лечении больных ХГ С ПегИНФ-α-2а и рибавирином

Анализ показателей эластичности печеночной ткани до и после противовирусной терапии указано в *таблице 3*. Спустя 24 недели эффективного комбинированного лечения средние ПЭ печеночной ткани в группе лечения незначительно снизились и достоверно не отличались (p>0,05) от соответствующих показателей до начала лечения.

При анализе данных фиброэластометрии в группе сравнения, получившей дезинтоксикационную терапию, отмечалась несколько иная картина, т.е. незначительное нарастание показателей фиброза (p>0,05).

Таким образом, комбинированная терапия ПегИНФ-α-2а и рибавирином больных ХГ С, сопровождалась незначительным снижением повышенных показателей эластичности печеночной ткани в группе лечения по данным фиброэластометрии в сравнении

Таблица 4. Сравнительный анализ исследованных показателей у больного ХГ С в динамике противовирусной терапии

	АлАТ ед/л	АсАТ ед/л	Об.билир. мкмоль/л	TGF-β1 (пг/мл)	ТИМП-1 (нг/мл)	Индекс ПЭ (кПа)
До лечения	104	72	23,7	638,7	841,9	10,4
Через 24 нед.	31	28	15,2	338,4	528,2	9,9

с показателями до начала лечения, однако, достоверной связи не установлено. Динамическое наблюдение за пациентами ХГ С без противовирусного лечения, за период наблюдения (24 недели), характеризовалось недостоверным увеличением среднего показателя фиброэластометрии группы сравнения.

### Клинический случай № 1

Для иллюстрации приводим клиническое наблюдение.

**Больной А.**, 51 лет, амбулаторная карта № 87, находился под наблюдением в Медицинском центре «Здоровье» с 09.09.19 г. по 02.03.20 г.

*Клинический диагноз:* Хронический гепатит С (HCV RNA положит., 1b генотип) с умеренной биохимической активностью, стадия фиброза F1 по METAVIR.

Обратился с жалобами на общую слабость, быструю утомляемость, тяжесть в правом подреберье, повышение температуры до 37,3°C. Из анамнеза: больным себя считает с 2015 года, когда стал отмечать вышеперечисленные жалобы. Связывал это с переутомлением, однако, через 6 месяцев обследовался, в крови были обнаружены антитела к ВГ С и повышение ферментов печени. До момента обращения этиопатогенетическое лечение не проводил. Соблюдал диету, принимал редкими курсами карсил, эссенциале.

Объективно: состояние относительно удовлетворительное. Кожные покровы и видимые слизистые оболочки обычной окраски. На коже туловища телеангиэктазии. Склеры субиктеричные. Периферические лимфоузлы не увеличены. В легких дыхание везикулярное. Тоны сердца ритмичные, ясные. ЧСС — 86 в мин., АД — 120/80 мм.рт.ст. Язык обложен белесоватым налетом. Живот обычной формы, мягкий, безболезненный во всех отделах. Печень выступает из-под края реберной дуги на 2,0–3,0 см, край плотной консистенции. По Курлову размеры: 14x11x9 см. Селезенка не увеличена. Симптом «поколачивания» отрицательный с обеих сторон. Стул и диурез в норме.

Данные дополнительных исследований: общий анализ крови: эр —  $4,4 \times 10^{12}/л$ , Hb — 122 г/л, лейкоциты —  $5,8 \times 10^9/л$ , тромбоциты —  $243 \times 10^9/л$ , э — 2, п/я — 3, с/я — 65, л — 27, м — 3, СОЭ — 10 мм/ч. Общий анализ мочи — без патологии. Общий белок — 72 г/л, альбумины — 44,2 г/л, общ. билирубин — 23,7 мкмоль/л, прямой — 7,2 мкмоль/л, АсАТ — 72 Ед/л, АлАТ — 104 Ед/л, ГГТ — 53 Ед/л, ЩФ — 94 Ед/л, ПТИ — 92%, глюкоза крови — 4,8 ммоль/л.

Маркеры гепатитов: anti-HCV IgM(+), IgG(+), HBsAg(-), anti-HBs(-), HCV RNA (+), 1b генотип, вирусная нагрузка 1.200.000 МЕ/мл.

УЗИ органов брюшной полости: Печень: правая доля — 152 мм, левая — 95 мм, эхогенность повышена. Внутривенные протоки не расширены. Воротная вена — 11 мм, селезеночная — 6,0 мм. Холедох — 6,7 мм. Желчный пузырь: 52x30 мм, стенки несколько уплотнены. Поджелудочная железа: 28x16x17 мм, эхогенность обычная. Селезенка: 112x46 мм, обычная.

Данные фиброэластометрии: показатель эластичности печеночной ткани 7,8 кПа. *Заключение:* соответствуют F1 стадии по шкале METAVIR.

*Заключение:* хронический гепатит С. Индекс фиброза F1 (по шкале METAVIR).

Информированное согласие на проведение противовирусной терапии получено. Была начата терапия ПегИНФ-2а в дозе 180 мкг. 1 раз в неделю п/к. в сочетании с рибавирином в суточной дозе 1200 мг. (рост 176 см., вес 82 кг). Спустя 12 недель лечения активность АлАТ и АсАТ нормализовалась, вирусная нагрузка снизилась до  $<1000$  МЕ/мл. После 24 недель терапии HCV RNA в сыворотке крови не определялась. Лечение противовирусными препаратами было продолжено до 48 недель и, в последующем, завершено.

За время проводимой терапии у пациента на 2-й неделе лечения отмечался гриппоподобный синдром, симптоматика которого исчезла через 3 недели. На 7-й неделе лечения незначительная лейкопения, однако, доза ПегИНФ-2а не снижалась. За время проводимой

терапии пациент похудел на 5 кг. Остальных вышеописанных побочных эффектов интерферонотерапии не отмечалось.

Содержание цитокинов в сыворотке крови и показателя эластичности печеночной ткани по результатам фиброэластометрии до начала лечения и спустя 24 недели после лечения указано в *таблице 4*.

Таким образом, исчезновение репликации ВГ С и нормализация ферментов печени на 24 неделе лечения больной ХГ С с генотипом 1b ПегИНФ- $\alpha$ -2а и рибавирином, сопровождалось значительным снижением показателей TGF- $\beta$ 1 и ТИМП-1 в сыворотке крови и незначительным уменьшением индекса эластичности печеночной ткани (по шкале METAVIR) по результатам повторной фиброэластометрии печени.

---

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Маевская, М.В. Лечение больных хроническим гепатитом С с исходно нормальным уровнем активности аланинаминотрансферазы // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2005. Т. XV, № 2. С. 21–25.
2. Маммаев, С.Н. Функциональная активность системы мононуклеарных фагоцитов у больных хроническими вирусными гепатитами: дисс. ... д-ра мед. наук. М., 2002. 243 с.
3. Павлов, Ч.С. Фиброз печени при хронических вирусных гепатитах В и С: дис. ... д-ра мед. наук. М., 2009. 252 с.
4. Рамазанов Ш.Р. Показатели метаболизма железа и системы цитокинов у больных хроническим гепатитом С: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Махачкала, 2009. 20 с.
5. Dreier R. [et al.] Paracrine interactions of chondrocytes and macrophages in cartilage degradation: articular chondrocytes provide factors that activate macrophage-derived pro-gelatinase B (pro-MMP-9) // J. Cell Science. 2001. V. 114. P. 3813–3822.
6. Dinarello C. Inflammatory Cytokine Antagonist. Philadelphia, 1994. P. 1–20.
7. David R. Nelson, Constantine G.M., Tomoyoshi O. [et al.] Intrahepatic hepatitis C virus-specific cytotoxic T-lymphocyte activity and response to interferon alfa therapy in chronic hepatitis C // Hepatology. 1998. V. 28, N 1. P. 225–230.
8. Cacciarelli T.V., Martinez O.M., Gish R.G. [et al.] Immunoregulatory cytokines in chronic hepatitis C virus infection: pre- and post-treatment with interferon — alfa // Hepatology. 1996. V. 24, N1. P. 6–9.

---

© Надирова Зайнаб Абулмуслимовна (zaynab\_nadirova@mail.ru), Далгатова Асера Арабхановна (d.asera.a@mail.ru), Горелова Виктория Геннадьевна (dgma@list.ru), Ибрагимова Эльмира Ибрагимовна (ibragim85@mail.ru), Далгатова Гюзель Арабхановна (d.guzel.a@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ ПОМОЩИ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ВНЕМАТОЧНОЙ БЕРЕМЕННОСТИ ЖЕНЩИНАМ ПОЗДНЕГО РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА В АМБУЛАТОРНО-ПОЛИКЛИНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

*Полонская Лусине Суменовна*

*К.м.н., ФГБНУ «Национальный Научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»  
pollusine@mail.ru*

**SCIENTIFIC FOUNDATIONS OF THE ORGANIZATION OF MEDICAL AND SOCIAL ASSISTANCE FOR THE PREVENTION OF ECTOPIC PREGNANCY FOR WOMEN OF LATE REPRODUCTIVE AGE IN OUTPATIENT CONDITIONS**

*L. Polonskaya*

*Summary.* One of the factors having a negative impact on the health and reproductive function of women is the artificial termination of pregnancy, which subsequently leads to ectopic pregnancy. In this regard, the problem of abortion prevention is in the focus of attention of obstetricians and gynecologists, demographers, health care organizers and other specialists. Scientific research is being actively conducted to develop methods for the prevention of abortions, unplanned pregnancy in order to reduce the frequency of complications, such as ectopic pregnancy. In this regard, an important issue is the study of the motives of abortions in the contingent of women of late reproductive age.

*Keywords:* prevention, unwanted pregnancy, abortions, women of late reproductive age, medical and social assistance.

*Аннотация.* Одним из факторов оказывающим отрицательное влияние на состояние здоровья и репродуктивную функцию женщин является искусственное прерывание беременности приводящее впоследствии к внематочной беременности. В связи с этим проблема профилактики аборт находится в центре внимания акушеров-гинекологов демографов организаторов здравоохранения и других специалистов. Активно ведутся научные исследования по разработке методов профилактики абортов, незапланированной беременности с целью снижения частоты осложнений, как например внематочной беременности. В данной связи важным вопросом является изучение мотивов абортов, в контингенте женщин позднего репродуктивного возраста.

*Ключевые слова:* профилактика, нежелательная беременность, аборты, женщины позднего репродуктивного возраста, медико-социальная помощь.

## Введение

**В** настоящее время имеет место высокий уровень заболеваемости взрослого населения и сохраняется тенденция ее роста, что, в свою очередь, влияет на репродуктивное здоровье мужчин и женщин и, как следствие этого, ухудшается здоровье детей. В связи с этим, оптимизация репродуктивного здоровья населения относится к одной из актуальных и наиболее значимых проблем не только здравоохранения, но и государства в целом». [1, 2, 4]. «Вот почему взгляд на репродуктивное здоровье, как на одну из основ здоровья и главную детерминанту человека, получает все большее признание в мире, однако хорошее репродук-

тивное здоровье все еще не является достоянием многих людей, как в мире, так и в России [4, 6].».

Репродуктивное здоровье представляет собой состояние полного, душевного и социального благополучия во всех вопросах, касающихся репродуктивной системы, ее функций и процессов, включая воспроизводство и гармонию в психосоциальных отношениях в семье (ВОЗ, 1994).

Возрастное снижение репродуктивной функции является неизбежным процессом, которое зависит от сочетания как генетических, так и биологических, так и экологических факторов. Однако, в большинстве слу-



Рис. 1. Структура выявленных основных сопутствующих заболеваний у женщин позднего репродуктивного возраста (в % к итогу)

чаев, способность к зачатию прекращается с угасанием менструальной функции. Тем не менее, угасанию детородной функции предшествует поздний репродуктивный период, когда женщина ещё может самостоятельно забеременеть, но, в силу каких-либо причин не желает или не имеет возможности этого сделать.

Наименее изученным направлением данной проблемы является организация деятельности амбулаторно-поликлинических учреждений по профилактике внематочной беременности, обоснование оптимальных форм работы акушера-гинеколога в указанном направлении.

### Результаты

В связи с вышеизложенным было проведено исследование 950 женщин позднего репродуктивного возраста с диагнозом в анамнезе внематочная беременность.

Как показало исследование, у 69,5% женщин перед возникновением внематочной беременности в анамнезе было 2 или 3 аборта, в основном в возрасте 25–30 лет.

Особого внимания заслуживает группа 40–45-летних женщин, которые решили родить ребёнка впервые и у которых установлена внематочная беременность в связи с наличием абортов в анамнезе в возрасте до 25 лет.

Как показал анализ, большинство женщин начали половую жизнь до 18 лет и имеют вредные привычки: каждая вторая курит, каждая седьмая употребляет алкогольные напитки, имело прерывание первой, самой опасной в плане репродуктивного прогноза, беременности, более половины не используют средства контрацепции, полагаясь на менструальный цикл, почти половина опрошенных женщин не состояла в браке (46,8%).

Изучение уровня образования и социального статуса женщин позднего репродуктивного возраста с диагнозом внематочная беременность показало, что большая часть (65,8%) имели среднее образование, которые чаще прерывали первую беременность (в 42,3% случаев) по сравнению с женщинами с высшим образованием и средним специальным (с высшим образованием прерывали первую беременность в 20,1% случаев, а со средним специальным в 31,5% случаев).

Следует отметить, что по уровню материального обеспечения большинство женщин (65,1%) относились к среднему классу (средний доход на одного члена семьи составляет 15 000 рублей), каждая пятая женщина — 20,5% — относилась к категории богатой по уровню материального благосостояния с доходом на одного члена семьи выше 25 000 рублей.

Сами женщины характеризовали условия жизни свои как отличные — 36,8%; хорошие — 39,5%; удовлет-

ворительные — 19,5% и лишь 4,2% проживали, по их мнению, в не удовлетворительных бытовых условиях.

Анализ субъективной оценки собственного здоровья показал, что на момент исследования практически здоровыми считали себя 64,3% женщин позднего репродуктивного возраста; каждая четвёртая (25,3%) имела экстрагенитальное заболевание; 14,9% — гинекологическое. Наибольшую долю составляли женщины (4,1%), имеющие сочетание гинекологического и соматического заболевания.

Бальная оценка состояния здоровья и репродуктивной функции позволили определить, что 46,6% женщин позднего репродуктивного возраста имеют средние показатели здоровья, формирующиеся в основном за счёт гинекологического анамнеза, отягощённого у 60,1% женщин неоднократными абортами. Низкие показатели отмечены у 39,9% женщин. Установлено на момент исследования у каждой из них сочетанная хроническая патология: повышенное артериальное давление в сочетании с хронической почечной недостаточностью в 45,1% случаев; сахарный диабет 1 типа с повышенным артериальным давлением в 26,8% случаев; заболевания нервной системы и опорно-двигательного аппарата в 19,2% случаев и сочетание сахарного диабета 2 типа с артериальной гипертензией в 5,6% случаев (рис. 1).

Следует отметить также, что хронические гинекологические заболевания такие как эрозия шейки матки, эндометриоз, кольпит, синдром поликистоза яичников выявлены в анамнезе у большинства женщин позднего репродуктивного возраста — 53,6%, что также является неблагоприятным фактором в качестве прогноза развития внематочной беременности.

Таким образом, на основании данных о состоянии здоровья и репродуктивной функции с учётом комплексной оценки, а также социально-гигиенической характеристики образа жизни женщин позднего репродуктивного возраста можно сделать вывод, что участку врача акушера-гинеколога проживает разнообразный контингент женщин, требующий дифференцированного подхода при оказании амбулаторной акушерско-гинекологической помощи.

При анализе принципов организации и качества мероприятий по профилактике внематочной беременности, структуры применяемой контрацепции, источников информации о факторах риска развития внематочной беременности было установлено, что санитарно-просветительские мероприятия, направленные на сознательное регулирование рождений, проводилось в женских консультациях г. Москвы с 45,2%

контингента женщин позднего репродуктивного возраста, хотя нуждалось в них почти 80,0%.

Медицинская помощь у большинства женщин — 57,3% — при подборе средств контрацепции включала в себя преимущественно сбор анамнеза, осмотр на кресле, лабораторные обследования, консультативная помощь и направление на оздоровление в санаторий. В то же время, эксперты (врачи акушеры-гинекологи) рекомендуют консультировать у врачей специалистов каждую вторую женщину позднего репродуктивного возраста, направлять на лечение гинекологических заболеваний в стационаре каждую третью и оздоравливать в санатории — каждую пятую респондентку.

Важным условием достижения положительных результатов работы акушеров-гинекологов по профилактике внематочной беременности является полный охват необходимыми мероприятиями всех нуждающихся женщин позднего репродуктивного возраста. При этом следует учесть, что на участке имеется определённая группа женщин, нуждающихся в профилактике внематочной беременности, которые или вообще не обращались в женскую консультацию (6,5%), или с момента их последней явки прошло более одного года (20,8%), то есть полностью выпадающих из поля зрения врачей акушеров-гинекологов.

Всё вышесказанное приводит к тому, что треть женщин, нуждающихся в профилактике внематочной беременности, не применяет противозачаточные средства с целью регулирования незапланированной беременности и последующих аборт. Причинами этого являются:

- ◆ недостаточная осведомлённость о противозачаточных средствах;
- ◆ опасение их вредного влияния на гормональный фон женщины;
- ◆ сложность и неудобность применения при нерегулярной половой жизни;
- ◆ нежелание партнёра;
- ◆ чувство стыда при обращении к врачу по подбору противозачаточных средств.

Большинство женщин, наблюдаемых в базовых женских консультациях, используют малоэффективные средства контрацепции, только 15,2% женщин используют современные средства — внутриматочные спирали и оральные контрацептивы (ВМС и ОК), причём только 43,2% женщин получают информацию о них у врачей, в то время как остальное большинство женщин прибегают к совету знакомых, считая, что в данном вопросе мнение специалистов не важно. Всё это говорит о недостаточной санитарно-просветительской

работе среди женщин в данном вопросе со стороны самих врачей.

Материалы исследования позволили разработать принципы совершенствования работы женских консультаций, в основу которого положен принцип дифференциации женщин позднего репродуктивного возраста по потребности в профилактике внематочной беременности.

Разнообразие контингента женщин по медико-социальным признакам требует дифференцированного подхода при проведении лечебно-профилактических мероприятий по предупреждению нежелательной беременности и последующих абортах, заключающегося в осуществлении ряда общих, обязательных для всех женщин мероприятиях, таких как сбор анамнеза, осмотр, лабораторно-диагностическое обследование, индивидуальный подбор противозачаточных средств, диспансерное наблюдение, санаторно-просветительские мероприятия, а в ряде случаев других мер, необходимых только для представительниц отдельных групп (оздоровление, лечение, психологическая работа с мужем, родственниками, консультативная помощь).

Данной категории женщин необходимо проводить санитарно-просветительские мероприятия, работу по контрацепции, диспансерное наблюдение дифференцированно в позднем репродуктивном возрасте по характеру, форме, месту, приоритету, кратности мероприятий, а также специалисту, их осуществляющему, соблюдая при этом принцип — чем тяжелее патология и выраженнее влияние неблагоприятных социальных

факторов, тем более интенсивному вниманию подлежат женщины.

Одним из факторов, определяющим эффективность профилактической работы, является четкое выполнение и разграничение функциональных обязанностей между медицинскими работниками женских консультаций, особенно определение места и роли акушерок в проведении полицевого учёта, обеспечении регулярного посещения женщинами врача акушера-гинеколога, проведение санитарно-просветительной работы.

## ВЫВОДЫ

Как результат проведённого анализа проблемы и выработки тактики профилактической работы с женщинами позднего репродуктивного возраста по профилактике внематочной беременности использован ряд научно обоснованных организационных мероприятий:

- ◆ полицевой учёт женского населения;
- ◆ активное выявление женщин, нуждающихся в коррективке репродуктивной функции;
- ◆ индивидуальные беседы с каждой из них и при необходимости с мужем;
- ◆ перед назначением современных противозачаточных средств оздоровление женщины, лечение гинекологических заболеваний.

Все данные мероприятия позволили в течение года увеличить охват женщин позднего репродуктивного возраста современными средствами контрацепции с учётом возрастных изменений в состоянии их здоровья с 35,9% до 62,1%; снизить число внематочной беременности с 36,8% случаев до 25,1% случаев.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Костюкова Н.Б. Медико-социальные аспекты репродуктивного здоровья женщин и пути его повышения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. 14.02.03/ Н.Б. Костюкова. — М., 2011. — 22с.
2. Костюкова Н.Б. Прогнозирование состояния репродуктивного здоровья женщин по их медико-социальным характеристикам / Н.Б. Костюкова, Н.В. Наумов, А.В. Демидов // Управление, информация и оптимизация: материалы Всероссийской научной школы. — Воронеж, 2011. — С. 32–34.
3. Машина М.А. Проблемы изменения репродуктивного поведения и реализации репродуктивной функции / М.А. Машина, Е.Н. Шарапова, В.Н. Кузьмин // Медицинский научно-практический журнал «Лечащий врач». — 2014. — № 12. — С. 22–24.
4. Петрова Е.И. Организационные аспекты совершенствования службы родовспоможения региона: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.03 / Е.И. Петрова. — Рязань, 2014. — 26 с.
5. Нагаев Р.Я. Социально-экономические факторы и здоровье населения / Р.Я. Нагаев, И.М. Бакиев, Т.Ю. Лехмус [и др.] // Здравоохранение и социальное развитие Башкортостана. — 2009. — № 4. — С. 213–216.
6. Нукушева С.Г. Медико-социальные аспекты репродуктивного здоровья женщин в современных условиях: проблемы и пути их решения. — Алматы: «Алем», 2004. — 175 с.

© Полонская Лусине Суреновна ( pollusine@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ МЕНИНГИТОВ МЕНИНГОКОККОВОЙ ЭТИОЛОГИИ

### LABORATORY DIAGNOSTICS AND SENSITIVITY TO ANTIBIOTICS OF CAUSES OF MENINGITIS OF MENINGOCOCCAL ETIOLOGY

**M. Saidov**  
**B. Saidova**  
**A. Korkmasova**  
**Z. Saidova**  
**A. Kasumova**  
**Yu. Kabartieva**

*Summary.* The article presents data on the study of the incidence of bacterial meningitis, the determination of the etiological structure and sensitivity to antibiotics of the identified pathogens. In the bacteriological laboratory of the RCIB, samples of cerebrospinal fluid, blood and mucus from the nasopharynx taken from patients with meningitis or with a suspected diagnosis were examined. The incidence of meningitis in Dagestan is increasing, exceeding the average for Russia. A change in the etiological structure of the identified causative agents of meningitis was noted. Antibiotic sensitivity has been determined, which will optimize the antibiotic therapy and reduce the number of complications.

*Keywords:* bacterial meningitis, antibiotics, sensitivity, resistance.

**Саидов Магомед Саидович**

К.м.н., доцент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
tagomed.saidov.76@mail.ru

**Саидова Барият Саидовна**

К.м.н., доцент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
spssaidova@mail.ru

**Коркмасова Маймунат Арслан-Алиевна**

К.м.н., доцент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
dgmu\_m@mail.ru

**Саидова Заура Саидовна**

Ассистент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
spssaidova@mail.ru

**Касумова Амина Магомедовна**

К.м.н., доцент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
aminadag@mail.ru

**Кабартиева Юлдуз Абдулхаликовна**

Ассистент, ФБГОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ  
ulduz85@mail.ru

*Аннотация.* В статье представлены данные по изучению заболеваемости бактериальными менингитами, определению этиологической структуры и чувствительности к антибиотикам идентифицированных возбудителей. В бактериологической лаборатории РЦИБ были исследованы образцы спинномозговой жидкости, крови и слизи из носоглотки, взятые у больных менингитом или с предполагаемым диагнозом. Заболеваемость менингитами в Дагестане возрастает, превышая средние показатели по России. Отмечено изменение в этиологической структуре выявленных возбудителей менингитов. Проведено определение чувствительности к антибиотикам, которое позволит оптимизировать проводимую антибактериальную терапию и сократить число осложнений.

*Ключевые слова:* бактериальные менингиты, антибиотики, чувствительность, резистентность.

**Б**актериальные менингиты являются особой формой инфекционной патологии, так как имеют полиэтиологическую природу и причиной их развития могут быть бактерии, вирусы, грибы, простейшие. Кроме того они характеризуются высокой летальностью или инвалидизацией больных. По данным ВОЗ ежегод-

но в мире регистрируется 1 млн. случаев гнойных бактериальных менингитов (ГБМ), из которых 200 000 заканчиваются летально [1,4]. В странах так называемого «менингитного пояса», находящегося к югу от Сахары ежегодно регистрируется 30 000 случаев заболевания. С признаками тяжёлой инвалидности (глухота, задерж-

ка умственного развития, патологическая неврологическая симптоматика) из стационара выписываются более 50% больных. Показатели летальности от гнойных бактериальных менингитов в развитых странах составляют 3–19%, а в развивающихся — 37–60%. Особую озабоченность вызывает генерализованная форма менингококковой инфекции. Она чаще встречается у детей (до 70% случаев), но это не исключает возможности заболевания во всех возрастных категориях [4,9].

В настоящее время в структуре бактериальных менингитов выделяют «внебольничную» и «нозокомиальную» или ИСМП (инфекцией, связанной с оказанием медицинской помощи) формы [3]. Формирование последней, как правило, обусловлено предшествующими операционными воздействиями, патологией органов носоглотки, являющейся важнейшим резервуаром инфицирования субарахноидального пространства и возможностью последующего развития бактериемии и генерализованных форм инфекции. Высокие показатели смертности от бактериальных менингитов связаны со сложностями диагностики, в особенности у детей раннего возраста, поздней обращаемостью за медицинской помощью, несвоевременно начатом лечении. Значительную роль играют также недиагностированные иммунодефицитные состояния. Врачам отделений интенсивной терапии часто приходится сталкиваться с иммунокомпромиссными больными, пациентами с нейтропенией [3].

Основными этиологическими факторами бактериальных менингитов до настоящего времени считались *N.meningitidis* (60%), *S.pneumoniae* (30%), *H.influenzae* (10%). В последние годы этиологический спектр возбудителей изменился — чаще диагностируются менингиты, вызванные *K.pneumoniae*, *E.coli*, *P.aeruginosae*, грибами *Candida*.

Согласно рекомендациям ВОЗ *N.meningitidis* относится к возбудителям высокого уровня приоритетности [5,6]. Менингококковая инфекция может протекать локально в виде носительства или назофарингитов, а также в виде менингитов, менингоэнцефалитов или генерализованных форм. Этот диплококк оснащён многими факторами патогенности, обуславливающими его потенциальную опасность — пилиями, обеспечивающими тропную адгезию к слизистым оболочкам, полисахаридами наружной оболочки, препятствующими комплемент-опосредованному лизису, выделению IgA-протеаз. Ведущую роль в патогенезе ГФМИ играет эндотоксин, концентрация которого при бактериемии и массовом разрушении менингококков достигает высокого уровня. Это приводит к снижению содержания  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  фракций комплемента, поражению сосудов и кровоизлиянию во внутренние органы, развитию ин-

фекционно-токсического шока. Эрадикация возбудителя из цереброспинальной жидкости резко ограничена из-за исходно низкого уровня антител и активности комплемента. Выработка медиаторов воспаления, аккумуляция лейкоцитов в ликворе вызывает нарушение проходимости капилляров в субарахноидальном пространстве, повышению внутричерепного давления, развитию стойкой неврологической патологии и угрожающих жизни состояний [3,7].

Менингококковая инфекция потенциально смертельна и всегда должна рассматриваться как медицинская чрезвычайная ситуация. Менингококковые менингиты входят в перечень инфекций, подлежащих обязательной регистрации в Российской Федерации.

### Цель исследования

Целью настоящего исследования являлся анализ заболеваемости и идентификация возбудителей менингитов, определение чувствительности к антибиотикам с целью оптимизации антибактериальной терапии.

### Материал и методы

В бактериологической лаборатории ГБУ РЦИБ МЗ РД за период 2016–2019 годы были исследованы образцы ликвора, взятые у больных менингитом или с предполагаемым диагнозом. Образцы крови исследовали методом «толстой капли», а также бактериологическими методами в соответствии с МУК 4.2 1887.04 «Лабораторная диагностика менингококковой инфекции и гнойных менингитов» и «Приложению № 3 к Приказу МЗ РФ № 375 от 23.12.98». У контактировавших лиц были взяты образцы слизи из носоглотки. Для посева использовали среды: менингококковый агар, сывороточный агар, желточно-солевой агар, «шоколадный» агар, 0,1% полужидкий агар для накопления культуры, кровяной агар, гемофилус-агар, энтерококк-агар, среды Эндо, Сабуро.

Для определения вирусных антигенов использовали иммуноферментный анализ и полимеразно-цепную реакцию. Определение чувствительности к антибиотикам проводили диско-диффузионным методом согласно МУК 4.2.1890–04.

Исследования по мониторингу заболеваемости в различных районах и городах республики проводили при помощи реакции пассивной гемагглютинации с использованием менингококковых диагностикумов.

Показатели заболеваемости (по данным РЦИБ) представлены в абсолютных числах (абс. ч.) и в интенсивных показателях (ИП).

Таблица 1. Заболеваемость менингитами в Дагестане в 2014–2019 годы.

Год		2014	2015	2016	2017	2018	2019
Число заболевших	Абс.ч.	100	57	166	184	315	281
	ИП.	3,3	1,89	5,42	6,2	9,94	10,31
Число Выздоровевших		99	56	159	109	207	115
Возбудитель выявлен в ликворе		14	22	56	45	81	65

Таблица 2. Микроорганизмы, выделенные из ликвора больных бактериальными менингитами.

Микроорганизмы	Выделенные штаммы:	
	в абс. ч.	в%
N.meningitidis	11	3,75
S.aureus	64	21,8
S.epidermidis	24	8,2
S.pneumoniae	50	17,1
H.influenzae	29	9,9
K.pneumoniae	8	2,7
Paeruginosae	2	0,7
E.coli	13	4,4
Candida	70	23,9
Другие гр. (-) палочки	20	6,8
Энтеровирусы	2	0,8
Всего	293	100

## Результаты и обсуждение

Анализ заболеваемости менингитами, в том числе и вызванными *N.meningitidis*, выявил тенденцию к росту. Высеваемость менингококка была относительно невысокой, в особенности у тех больных, у которых до госпитализации проводилась антибактериальная терапия. Определение чувствительности выявило наличие устойчивости к ряду антибиотиков, традиционно используемых для лечения менингококковых менингитов.

## Результаты

Прогрессирующий рост заболеваемости менингитами требует оптимизации практических подходов к диагностике, рациональной антибиотикотерапии с учётом региональных особенностей возбудителя, совершенствования методов специфической и неспецифической профилактики данного заболевания.

В России заболеваемость бактериальными менингитами составляет в среднем 3 случая на 100 000 населе-

ния. В последние годы отмечается тенденция к увеличению этого показателя, (таблица 1).

Бактериологическое исследование клинического материала показало, что этиологический спектр выделенных возбудителей был разнообразным — грамотрицательные и грамположительные микроорганизмы, грибы, энтеровирусы (таблица 2).

В большинстве случаев возбудителями бактериальных менингитов являлись такие микроорганизмы, как *S.aureus* (21,8%), *S.pneumoniae* (17,1%) и дрожжеподобные грибы *Candida* (23,9%). Изменения в этиологической структуре бактериальных менингитов, возможно, связаны с вакцинацией против приоритетных возбудителей (а также и с отказом от вакцинации), что, безусловно, влияет на формирование региональных особенностей этиологического спектра возбудителей данного заболевания. Необходимо отметить также, что процент этиологической расшифровки был относительно невысоким и составлял в среднем 23,3%. Этот фактор находится в зависимости от антибиотикотерапии, начатой до проведения лабораторной диагностики. Известно,

Таблица 3. Результаты лабораторных исследований на менингококк в 2016–2018 гг.

Исследуемый материал	2016 год		2017 год		2018 год	
	всего	положит.	Всего	положит.	Всего	положит.
Кровь	182	1 (0,5%)	121	4 (3,3%)	110	9 (8,1%)
«Толстая капля»	180	1 (0,5%)	127	3 (2,4%)	101	5 (4,9%)
Слизь из носоглотки	233	1 (0,4%)	171	1 (0,5%)	192	13 (6,8%)

Таблица 4. Бактериоскопическое и бактериологическое исследование на менингококк за 9 месяцев 2018 и 2019 гг.

Исследуемый материал	2018 год		2019 год	
	Всего	положит.	Всего	положит.
Кровь	85	7 (8,2%)	72	6 (8,3%)
«Толстая капля»	80	5 (6,2%)	75	7 (9,3%)
Слизь из носоглотки	141	10 (7%)	127	7 (5,5%)

Таблица 5. Чувствительность к антибиотикам выделенных штаммов менингококка и рекомендуемые дозы.

Антибиотик	Чувствительность	Рекомендуемые дозы	
		Дети	Взрослые
Ципрофлоксацин	+++	50 мг/кг каждые 12 ч	400 мг каждые 12 ч
Офлоксацин	+++	7,5 мг/кг в сутки	800 мг в сутки
Меропенем	+++	2 мг/кг каждые 12 ч	40 мг/кг каждые 12 ч
Азитромицин	++		
Цефтриаксон	+++	50 мг/кг каждые 12 ч	2 г каждые 12 ч
Амикацин	+++	7,5 мг/кг в сутки	15 мг/кг в сутки
Доксициллин	-		
Гентамицин	-		
Цефазолин	+++	25–50 мг/кг в сутки	1 г в сутки 3–4 раза
Цефотаксим	+		
Ванкомицин	+++	15 мг/кг каждые 6 ч	1 г каждые 12 ч
Амоксициллин	+		
Бензилпенициллин	+		

+++ — чувствительность; ++ — умеренная чувствительность; + — слабая чувствительность; — отсутствие чувствительности.

что у пациентов, которым вводили антибиотики, число положительных находок возбудителя снижается в 2 раза [2,8].

Высеваемость *N.meningitidis* из ликвора была невысокой — 3,75%, что могло быть обусловлено сложностью культивирования данного микроба, высокой требовательностью к условиям транспортировки клинического материала.

Бактериоскопическое и бактериологическое исследование образцов крови и носоглоточной слизи на менингококк показало следующие результаты (таблицы 3 и 4).

В плане мониторинга заболеваемости менингококковой инфекцией в различных городах и районах Да-

гестана было исследовано 2641 образцов клинического материала в реакции пассивной гемагглютинации с менингококковыми диагностикумами. Положительные результаты исследования (в разведениях 1:10 +++, 1:20 +++, 1:40 +++) были получены в 941 случаях, что составляло 35,6%.

Если лечение было начато до проведения спинномозговой пункции выращивание бактерий может быть затруднено. Однако необходимость лабораторного подтверждения диагноза не должна быть причиной промедления с лечением. Тяжёлая клиническая картина требует незамедлительного оказания медицинской помощи, но это не исключает случайного и необоснованного выбора антибактериальных средств. Результаты лабораторной диагностики являются решающими

при назначении лечения, так как позволяют не только идентифицировать возбудителя заболевания, но и определить его чувствительность к антибиотикам. В настоящее время существенной проблемой является формирование множественной устойчивости к антибактериальным препаратам у многих видов бактерий. Это особенно актуально в отношении «нозокомиальных» или ИСМП менингитов, когда вследствие постоянного контакта возбудителей с антибактериальными средствами происходит модификация белков этих бактерий и у них формируется вторичная резистентность.

Как видно из представленных в таблице 5 данных, выделенные штаммы менингококка проявили слабую чувствительность к пенициллину, традиционно назначаемому «ударными» дозами, в особенности больным с симптомами менингита и характерными изменениями в ликворе. При этом они проявили достаточную чувствительность к аминогликозиду амикацину, фторхинолонам III поколения цiproфлоксацину и офлоксацину, к цефазолину, ванкомицину и препарату группы карбапенемов меропенему. Циркуляция среди населения различных штаммов менингококков и непатогенных нейссерий создаёт целую гамму устойчивости к различным факторам и определяет ряд особенностей развития эпидемического процесса. До настоящего времени препаратами выбора продолжают оставаться цефалоспорины III поколения, в особенности в тех случаях, когда возбудитель не был выявлен. Это согласуется с данными, представленными в литературе [2,3]. Среди возбудителей «нозокомиальных» или (ИСМП) менингитов нередко преобладают полирезистентные штаммы микроорганизмов. Вследствие этого требуется использование самых мощных из имеющихся в арсенале антимикробных средств — меропенемов. По данным ряда авторов только максимальные дозы препаратов могут обеспечить эффективные бактерицидные концентрации в ликворе, поэтому в ряде случаев необходимо прибегать к комбинированной терапии одновременно двумя антибиотиками. В ряде случаев — вторичных менингитов у больных сепсисом, посттравматических ме-

нингитов можно прибегать к интратекальному или эндолумбальному введению антибиотиков — амикацина 4–20 мг 1 раз в сутки, ванкомицина 5–10 мг 1 раз в сутки [4]. Антибактериальная терапия, как правило, сочетается с внутривенным введением иммуноглобулинов (в первые 3–4 дня), а также с препаратами, снижающими внутричерепное давление, антиоксидантами, ноотропными препаратами.

Продолжительность антибактериальной терапии зависит от клинического течения заболевания, от результатов бактериологической диагностики, но также и от изменения показателей, свидетельствующих о развитии инфекционного процесса в центральной нервной системе — содержания белка, глюкозы, нейтрофильных лейкоцитов или лимфоцитов в ликворе, проб Нонне-Аппельта и других стандартных лабораторных критериев.

## ВЫВОДЫ

1. Установлена тенденция к росту заболеваемости бактериальными менингитами — 57/1,89 в 2015 г и 323/10,3 в 2019 г (в абс.ч. и ИП соответственно).
2. Данные лабораторной диагностики свидетельствуют об изменении этиологического спектра возбудителей менингитов — возрастание роли таких микроорганизмов, как *S.pneumoniae*, *S.aureus*, грибов *Candida*. При этом этиологическая значимость такого возбудителя, как *N.meningitidis* была значительно меньшей, чем это отмечалось в предыдущие годы исследований.
3. Определение чувствительности к антибиотикам выделенных штаммов менингококков показало, что ко многим применявшимся ранее антибиотикам они проявляли умеренную чувствительность или она отсутствовала. Полученные результаты должны быть учтены при дальнейшем проведении антибактериальной терапии с учётом региональных особенностей выделенного возбудителя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александрович Ю.С. Интенсивная терапия инфекционных заболеваний у детей /Ю.С. Александрович, В.И. Гордеев, К.С. Пшенисков. С-Пб, 2010. С.206–211, 279–300.
2. Бегайдарова Р.Х. Диагностика и дифференциальная диагностика инфекционных заболеваний у детей: Учебное пособие — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014—140 с.
3. Гайдунь К.В., Лимонов В.Л., Муконин В.А. Бактериальный менингит. «АБОЛ-мед», Смоленск, 2008, 19 с.
4. Гиллеспи С.Х., Кетлин Б.Б. Наглядные инфекционные болезни в микробиологии (пер. с англ.). М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017, 142 с.
5. Казанцев А.П. Актуальные вопросы диагностики инфекционных болезней. Руководство для врачей./А.П. Казанцев, В.А. Казанцев. — М.: ООО Издательство «Медицинское информационное агентство», 2013, 496 с.
6. Коркмасова М.А., Сулейманова З.Р. Антибактериальная терапия больных менингитами различной этиологии.// Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Антибиотикорезистентность и антимикробная химиотерапия». Махачкала, 2019, с. 48–50.

7. Королёва М.А., Миронов К.О., Королёва И.С. Эпидемиологические особенности генерализованных форм менингококковой инфекции, обусловленные *N.meningitidis* серогруппы W в мире и Российской Федерации. // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2018, № 3, с. 16–23.
8. Костюкова Н.Н., Бехало В.А., Чернышова Т.Ф. Менингококковые инфекции в России: прошлое и ближайшие перспективы. // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2014, № 2, с. 73–79.
9. Саидов М.С., Нажалова А.Б., Газиев Г.М., Саидова Б.М. Этиологическая структура менингитов бактериального происхождения и их антибиотикочувствительность. // Материалы V Всесоюзной конференции «Антибиотикорезистентность и антимикробная химиотерапия». Махачкала, 2019, с. 70–72.

© Саидов Магомед Саидович ( magomed.saidov.76@mail.ru ), Саидова Барият Саидовна ( spssaidova@mail.ru ), Коркмасова Маймунат Арслан-Алиевна ( dgtm\_m@mail.ru ), Саидова Заира Саидовна ( spssaidova@mail.ru ), Касумова Амина Магомедовна ( aminadag@mail.ru ), Кабартиева Юлдуз Абдулхаликовна ( ulduz85@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ТЯЖЕСТЬ СУИЦИДАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ, ПРИВОДЯЩЕГО К СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЕ (ПО МАТЕРИАЛАМ МНОГОПРОФИЛЬНОГО СТАЦИОНАРА)

ANALYSIS OF CLINICAL AND SOCIO-PSYCHOLOGICAL FACTORS DETERMINING THE SEVERITY OF SUICIDAL BEHAVIOR LEADING TO COMBINED TRAUMA (BASED ON THE MATERIALS OF A MULTIDISCIPLINARY HOSPITAL)

**A. Sinenchenko**  
**A. Krasnov**  
**G. Sinenchenko**

*Summary.* The assessment of mental disorders in victims with combined trauma as a result of suicidal behavior who were treated in the department of combined Trauma of the Dzhanelidze Emergency Medicine Research Institute was carried out. It was found that among the victims with combined trauma as a result of suicidal behavior, patients with reactions to severe stress and adaptation disorders prevailed — 47.3%, mental and behavioral disorders due to alcohol consumption — 21.3%, affective mood disorders — 17.3%. In the victims with affective mood disorders, the traumatic illness was of the most severe nature.

*Keywords:* general hospital, mental disorders, suicide, polytrauma.

**Синенченко Андрей Георгиевич**

*К.м.н., Научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург  
andreysin2013@yandex.ru;*

**Краснов Алексей Александрович**

*Д.м.н., доцент, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург  
dr.krasnov\_28@mail.ru;*

**Синенченко Георгий Иванович**

*Д.м.н., профессор, Заслуженный врач РФ, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург  
andreysin2013@yandex.ru;*

*Аннотация.* Проведена оценка психических расстройств у пострадавших с сочетанной травмой в результате суицидального поведения, проходивших лечение в отделение сочетанной травмы Научно-исследовательского института скорой помощи имени И.И. Джанелидзе. Установлено, что среди пострадавших с сочетанной травмой в результате суицидального поведения преобладали больные с реакциями на тяжелый стресс и расстройствами адаптации — 47,3%, психическими и поведенческими расстройствами вследствие употребления алкоголя — 21,3%, аффективными расстройствами настроения — 17,3%. У пострадавших с аффективными расстройствами настроения, травматическая болезнь носила наиболее тяжелый характер.

*Ключевые слова:* многопрофильный стационар, психические расстройства, суицид, сочетанная травма.

## Введение

**Н**а сегодняшний день сочетанная травма (СТ), является ведущей причиной заболеваемости и смертности во всем мире [1]. Основной причиной травматизма являются дорожно-транспортное происшествие, самоубийства [2,3]. Суицидальное поведение встречается в современном обществе преимущественно у лиц молодого, трудоспособного возраста, как реакция на психотравмирующие ситуации, часто связанные с социальными проблемами [4,5]. Известно, что мужчины совершают самоубийства чаще, чем женщины, в то время как женщины совершают больше попыток самоубийства, чем мужчины [6]. Высокие по-

казатели распространенности суицидальных попыток связаны с злоупотреблением алкоголем и употреблением современных психоактивных веществ (ПАВ) с наркотическим эффектом, доступность огнестрельного оружия [7–10]. Известно, что основанная часть завершённых суицидов осуществляется лицами, страдающими психическими и поведенческими расстройствами [11–13]. По сведениям западных исследователей, от завершённых суицидов погибает от 4 до 10% лиц, страдающих расстройством личности, а к наиболее общепризнанным факторам суицидального риска у данной категории больных относятся выраженная импульсивность в поведении, перенесенные в детстве физическое и сексуальное насилие [14].

Таблица 1. Социально-демографические характеристики пострадавших с СТ в результате суицидального поведения

№ п/п	Параметры	Показатели (n=150)	
		мужчин, абс,%	женщин, абс,%
1	Пол	106 (70,6%)	44 (29,4%)
2	Возраст на момент госпитализации, лет, M±Sd	29,5±1,6	
3	Не имеющие постоянного места работы, абс,%	113 (75,3%)	
4	Не состоящие в браке, абс,%	102 (68%)	
9	Учет у нарколога наркологического диспансера, лечение в наркологических стационарах, абс,%	17 (11,3%)	
10	Учет у психиатра психоневрологического диспансера, лечение в психиатрических стационарах, абс,%	7 (4,6%)	
11	Суицидальная попытка в анамнезе, абс,%	54 (36%)	
12	Воспитание в неполных семьях, абс,%	37 (24,6%)	
13	В анамнезе суицидальные попытки у ближайших родственников, абс,%	32 (21,3%)	

Таблица 2. Структура психических расстройств у пострадавших с СТ в результате суицидального поведения

№ п/п	Диагноз (МКБ-10)	Частота встречаемости	
		абс.	%
1	Шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства (F23, F20, F25)	21	14,0
2	Аффективные расстройства настроения (F31, F32, F33)	26	17,3
3	Реакция на тяжелый стресс и нарушения адаптации (F43, F43.2)	71	47,3
4	Психические и поведенческие расстройства вследствие употребления ПАВ (F10–19)	32	21,3
5	ВСЕГО	150	100

В настоящее время объективная оценка, отражающая сведения об особенностях психических расстройств у лиц с СТ в результате суицидального поведения, необходима для разработки эффективных методов профилактики самоубийств, что и определяет актуальность исследования.

#### Цель исследования

Провести оценку клинических и социально-психологических факторов, определяющих тяжесть суицидального поведения, приводящего к СТ.

#### Материалы и методы исследования

Обследовано 150 пострадавших в возрасте от 18 до 60 лет с СТ в результате суицидального поведения, проходивших лечение в отделении сочетанной травмы (ОСТ). Тяжесть повреждений оценивалось хирургами по шкале Injuru Severity Score (ISS). Диагноз психических расстройств устанавливали в соответствии с критериями Международной классификации болезней 10 пересмотра (WHO, 1992). Статистическую обработку полученных результатов осуществляли в программе Statistica for Windows (версия 10). Качественные

признаки сравнивали с помощью критерия Пирсона Хи-квадрат ( $\chi^2$ ) с поправкой на непрерывность. Различия в группах сравнения считались статистически значимыми при  $p \leq 0.05$ .

#### Результаты и обсуждения

Социально-демографические характеристики пострадавших с СТ в результате суицидального поведения представлены в таблице 1.

В результате проведенной работы установили, что в 70,6% случаях в ОСТ госпитализировались лица муж-

ского пола ( $n=106, p=0,2 \cdot 10^{-4}$ ), не имеющие постоянного места работы (75,3%), не состоящие в браке (68%). Суицидальная попытка оценивалась как повторная в 36% случаях, состояли на учете у психиатра — 4,6%, нарколога — 11,3% пострадавших. Средний возраст больных составил  $29,5 \pm 1,6$  лет.

Структура психических расстройств у пострадавших с СТ в результате суицидального поведения представлена в таблице 2.



Как видно из представленных в таблице 2 данных, среди пострадавших СТ в результате суицидального поведения большую часть составили больные с реакциями на тяжелый стресс и расстройствами адаптации — 47,3%, психическими и поведенческими расстройствами вследствие употребления ПАВ — 21,3%, аффективными расстройствами настроения — 17,3%.

Следует отметить, что депрессивная симптоматика при расстройствах невротического уровня имела реактивный характер, пролонгированное течением, формировалась у личностей аффективного склада, в ответ на психотравмирующую ситуацию, часто связанную с разрывом значимых отношений с лицом противоположного пола или с конфликтными отношениями с родственниками, воспринимаемыми больным как «акт несправедливого отношения». По мере нарастания интенсивности депрессивной симптоматики у больного формировалась стойкая «суицидальная доминанта» с отрицательной оценкой своего прошлого, настоящего и будущего, чувством бесперспективности, мыслями о самоубийстве, носящими сверхценный характер, воспринимаемыми больным как «единственный выход из сложившейся ситуации».

У пострадавших с психическими и поведенческими расстройствами вследствие употребления ПАВ, преобладали лица с зависимостью от алкоголя — 75% (24). Суицидальные действия совершались в абстинентном периоде, который сопровождался аффективными нарушениями депрессивного характера с идеей самообвинения, фиксацией на психотравмирующих ситуациях, связанных с конфликтом в сфере значимых потребностей.

При аффективных расстройствах суицидальное поведение напрямую было связано с выраженностью депрессивных переживаний. Суицидальные поступки носили импульсивный характер и отличались особой брутальностью. У данной категории больных травматическая болезнь имела наиболее неблагоприятный прогноз, по причине формирования тяжелых повреждений головного и спинного мозга, конечностей и внутренних органов.

У пострадавших, страдающих шизофренией и бредовыми расстройствами мотивом самоубийств явились переживания, обусловленные содержанием психоза. Клиническая картина содержала разнообразные продуктивные психопатологические синдромы (параноидные, депрессивно-параноидные), включающие конфликтогенные моменты.

СТ, чаще возникали в результате суицида способом падения с высоты (61,3%), (92,  $p=0.001$ ), реже способом падения под движущийся транспорт — 34,6% (52). Другие способы лишения себя жизни (использование огнестрельного оружия, режущих предметов и т.д.) встречались значительно реже — в 4,1% (6) случаях.

Таким образом, исследование показало, что у больных с эндогенным характером заболевания риск суицидального поведения зависел от болезненных симптомов и от конфликтогенных факторов. У лиц с пограничной психической патологией обнаруживались объективные и субъективные признаки социально-психологической дезадаптации ведущей к суициду. Полученные данные находят свое подтверждение в ранее проведенных исследованиях [15,16]. В свою очередь, показано, что злоупотребление алкоголем приводит к депрессии, формирует дезадаптирующие суицидоопасные позиции, увеличивает риск суицидального поведения [17].

## Заключение

Приведенные данные исследования свидетельствуют о том, что у большинства пострадавших с СТ в результате суицидального поведения диагностируются признаки социально-психологической дезадаптации, клинически выражающиеся депрессивным характером переживаний. Провоцирующим фактором в формировании у пострадавших суицидоопасных позиций явилось употребление алкоголя. Наиболее тяжелый характер травм диагностировали у лиц с аффективными расстройствами настроения, по причине того, что суицидальные поступки отличались особой брутальностью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Jouda M., Finn Y. Training in polytrauma management in medical curricula: A scoping review. *Med Teach.* 2020;42(12):1385–1393. doi: 10.1080/0142159X.2020.1811845
2. Marsden N.J., Tuma F. Polytraumatized Patient. 2021 Jul 5. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan–. PMID: 32119313.
3. Cassone M., Vollmer T., Factor M., Sallade T.D. Polytrauma from a North American Black Bear Attack. *Wilderness Environ Med.* 2020;31(4):457–461. doi: 10.1016/j.wem.2020.06.006.
4. Brulin-Solignac D., Le Bihan P., Bouchard J.P. Suicides avec pactes suicidaires [Suicides with suicide pacts]. *Rev Infirm.* 2021;70(270):22–23. doi: 10.1016/j.revinf.2021.02.008.
5. Jollant F. Clinique de la crise suicidaire [Clinic of suicidal crisis]. *Rev Infirm.* 2021;70(270):16–19. doi: 10.1016/j.revinf.2021.02.006.

6. Quillerou B., Bouchard J.P. Épidémiologie du suicide et de ses tentatives [Epidemiology of suicide and suicide attempts]. Rev Infirm. 2021;70(270):20–21. French. doi: 10.1016/j.revinf.2021.02.007.
7. Snowdon J., Choi N.G. Undercounting of suicides: Where suicidal data lie hidden. Glob Public Health. 2020;15(12):1894–1901. doi: 10.1080/17441692.2020.1801789.
8. Бабанин А.А., Уланов В.С. Анализ смертельных отравлений психоактивными веществами в Республике Крым за 1993–2017 гг. Судебно-медицинская экспертиза. 2019;62(5):54–57
9. Синенченко А.Г., Лодягин А.Н., Батоцыренов Б.В., Балабанова О.Л. Эпидемиология острых отравлений гамма-гидроксимасляной кислотой в Санкт-Петербурге (по данным многопрофильного стационара). Токсикологический вестник. 2021;2:34–40.
10. Лях А.О. Характеристика причин совершения преступлений в сфере незаконного оборота новых потенциально опасных психоактивных веществ. Студенческий форум. 2019;5(56):73–76
11. Разводовский Ю.Е. Потребление крепкого алкоголя и суициды в России. Академический журнал Западной Сибири. 2021;1(90):14–16
12. Петрова Н.Н. Факторы риска и превенция суицида при шизофрении: фокус на роли современных инъекционных антипсихотиков-пролонгов. Современная терапия психических расстройств. 2021;3:31–37 DOI: 10.21265/PSYPH.2021.15.71.003
13. Вельтищев Д.Ю., Ковалевская О.Б., Серавина О.Ф. Факторы риска и профилактика рекуррентности депрессии. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017;117(6):120–125 DOI: 10.17116/jnevro201711761120–125
14. Васильев В.В., Искандерова Р.Э. Суицидальное поведение при пограничном расстройстве личности: современное состояние проблемы. Российский психиатрический журнал. 2021;3:45–55 DOI: 10.47877/1560–957X-2021–10305
15. Винникова И.Н., Дмитриев А.С., Положий Б.С., Печенкина О.И., Ермолаева Д.Ю. Суицидальное поведение как фактор риска социальной опасности пациентов с расстройствами шизофренического спектра. 2019;4(37):76–84. DOI: 10.32878/suiciderus.19–10–04(37)-76–84
16. Рутковская Н.С., Шамрей В.К., Курасов Е.С., Колчев А.И., Нечипоренко В.В. Особенности раннего постсуицидального периода у лиц с психическими расстройствами после повторных суицидальных попыток. ДОКТОР. РУ. 2020;19(9):59–64
17. Шалагин А.Е., Идиятуллин А.Д. Сопряженность аддиктивного поведения и суицидальных рисков. Ученые записки Казанского юридического института МВД России. 2019;4(7):26–33.

© Синенченко Андрей Георгиевич ( andreysin2013@yandex.ru ),

Краснов Алексей Александрович ( dr.krasnov\_28@mail.ru ), Синенченко Георгий Иванович ( andreysin2013@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова

## КЛИНИКО-ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКСПРЕССИИ PD-L1 И COX-2

**Солтанова Ирада Фахраддин кызы**

Докторант, Азербайджанский медицинский  
университет, г. Баку, Азербайджан  
geray.80@mail.ru

### CLINICAL AND PROGNOSTIC ANALYSIS OF THE EXPRESSION OF PD-L1 AND COX-2

**I. Soltanova**

*Summary.* In modern oncology, the determination of PD-L1 and COX-2 in the tumor tissue is one of the promising areas of research that allow you to correctly and adequately make a plan for further treatment of the patient and assess the prognosis of the disease. Determination of the expression level of the PDL-1 molecule and COX-2 is considered as a potential biomarker for predicting the effectiveness and duration of treatment of malignant neoplasms. The lesion of the lymph nodes in cervical cancer is one of the main risk factors for the dissemination of the disease. Metastases in the pelvic lymph nodes are associated with a decrease in the 5-year survival rate of patients from 85% to 53%. From this position, due to the expansion of the opportunities of adjuvant therapy in this category of patients, the study of the receptor profile (PD-L1, COX-2) of tumor cells is of particular relevance. Interpretation of the results of immunohistochemical staining of cervical cancer with antibodies to PD-L1 and COX-2 in a cohort of patients with lymph node metastases (N1) revealed the presence of certain regularities between the expression of PD-L1 and COX-2 and clinical prognostic parameters.

*Keywords:* cervical cancer, programmed death, ligand, cyclooxygenase, lymph nodes, oncology.

*Аннотация.* В современной онкологии определение PD-L1 и COX-2 в опухолевой ткани является одним из перспективных направлений исследований, позволяющих правильно и адекватно составить план дальнейшего лечения пациента и оценить прогноз заболевания. Определение уровня экспрессии молекулы PDL-1 и COX-2 рассматривается как потенциальный биомаркер для прогнозирования эффективности и продолжительности лечения злокачественных новообразований. Поражение лимфатических узлов при раке шейки матки — один из основных факторов риска распространения болезни. Метастазы в тазовые лимфатические узлы связаны со снижением 5-летней выживаемости пациентов с 85% до 53%. С этой позиции в связи с расширением возможностей адъювантной терапии у данной категории пациентов изучение рецепторного профиля (PD-L1, COX-2) опухолевых клеток приобретает особую актуальность. Интерпретация результатов иммуногистохимического окрашивания рака шейки матки антителами к PD-L1 и COX-2 в когорте пациентов с метастазами в лимфатические узлы (N1) выявила наличие определенных закономерностей между экспрессией PD-L1 и COX-2 и клинические прогностические параметры.

*Ключевые слова:* рак шейки матки, лиганд, запрограммированная смерть, циклооксигеназа, лимфатические узлы, онкология.

### Введение

**В** современной онкологии определение PD-L1 и COX-2 в опухолевой ткани является одним из перспективных направлений исследований, позволяющих правильно и адекватно составить план дальнейшего лечения пациента и оценить прогноз заболевания. Определение уровня экспрессии молекулы PDL-1 и ЦОГ-2 рассматривается как потенциальный биомаркер для прогнозирования эффективности и продолжительности лечения злокачественных новообразований.

Наличие метастатических лимфатических узлов при раке шейки матки является одним из неблагоприятных прогностических факторов, существенно влияющим на показатели выживаемости больных. Так, по данным

Y. Chen et al., метастазы в тазовых лимфатических узлах ассоциируются со снижением 5-летней выживаемости больных с 85 до 53% [3]. Опухолевое поражение регионарных узлов при РШМ считается индикатором риска отдалённого метастазирования [4, с.12], в связи с чем данная категория больных нуждается в адъювантной терапии, специфика и объём которой варьируют в зависимости от множества факторов [2]. С другой стороны, распространённое в последнее время исследование биологических маркёров опухолей шейки матки (PD-L1, COX-2) также направлено на оптимизацию режимов системной терапии [8]. Поэтому изучение корреляционных отношений между метастазированием в лимфатические узлы и наличием в опухоли рецепторов PD-L1 [6] и COX-2 позволит более целенаправленно подходить к выбору больных, нуждающихся в адъювантном лечении.

Таблица 1. Зависимость уровня экспрессии COX-2-рецепторов при РШМ от стадии заболевания

Уровень COX-2 экспрессии	IA		IB		IIA		IIIC1		Всего
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
1+	5	71.4±17.1	10	20.4±5.8	1	25.0±21.7	1	10.0±9.5	Pχ <sup>2</sup> =0.01 PH=0.224
2+	0	0	21	42.9±7.1	0	0	7	70.0±14.5	
3+	2	28.6±17.1	18	36.7±6.9	3	75.0±21.7	2	20.0±12.6	

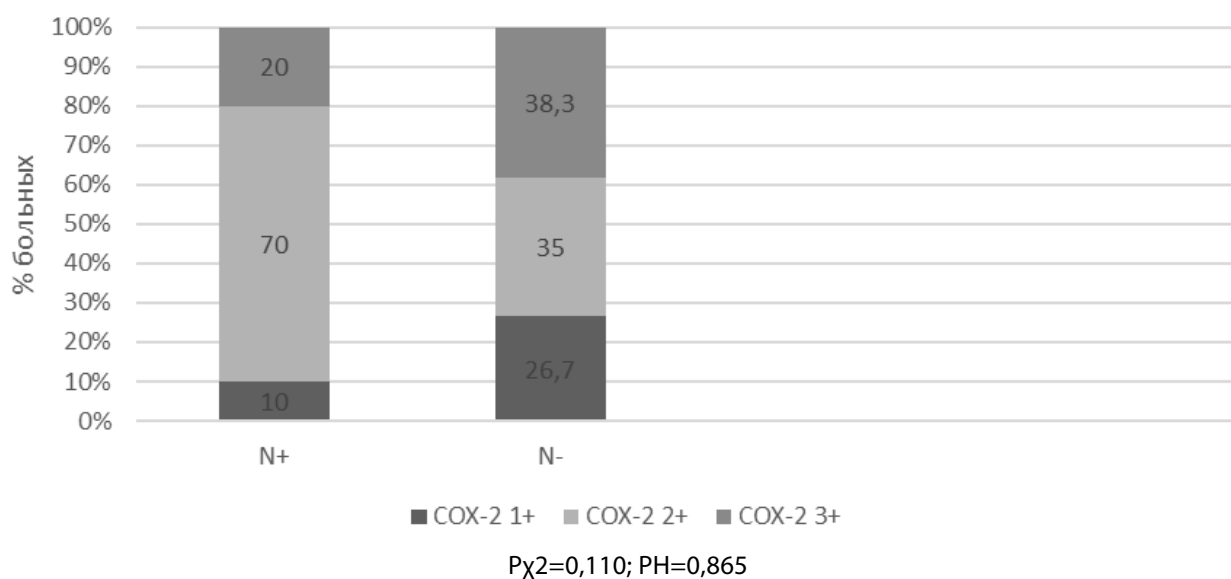


Рис. 1. Соотношение COX-2-экспрессирующих опухолей (в %) у больных с метастазами в лимфатические узлы

### Цель исследования

Исследование зависимости между экспрессией PD-L1 и COX-2 в опухолевых клетках при РШМ и частотой метастазирования в регионарные лимфатические узлы.

### Материалы и методы

В исследование включено 70 женщин с гистологически подтвержденным диагнозом первичного РШМ I–IIA и IIIC1 стадий, получивших хирургическое лечение в Онкологической Клинике АМУ за период с 2015 по 2019 гг. Наряду со стандартным морфологическим исследованием, был использован стандартный режим иммуногистохимической (ИГХ) обработки (VENTANA Bench Mark Ultra) с помощью кроличьих моноклональных антител к COX-2 (SP21) и PD-L1 (VD21R) фирмы Medaysis [1, с. 11]. Уровень экспрессии PD-L1 оценивался по количеству тропных к антителам клеток — при окрашивании менее 1,0% от общей попу-

ляции результат считался негативным [10, с. 265], при окрашивании более 1,0% — позитивным [5, с. 66]. По уровню экспрессии COX-2 в плоском эпителии были выделены четыре группы с цитоплазматическим окрашиванием: 0 (негативная реакция), 1+ (слабая степень экспрессии), 2+ (средняя) и 3+ (выраженная). Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с применением дискриминантного — χ<sup>2</sup>-Pearson и непараметрического вариационного анализа — H-Kruskal-Wallis на базе программы SPSS-26. Разница считалась достоверной при доверительной вероятности не менее 95% (уровень p < 0,05).

### Результаты исследования

Возраст больных колебался в пределах 32–71 год, средний возраст составил 50,2±1,0 лет. Все больные прошли стандартный объем обследований, предусмотренный для РШМ: клинический осмотр, лабораторные и инструментальные методы (УЗИ, МРТ и др.). В контек-

Таблица 2. Зависимость уровня экспрессии PD-L1 -рецепторов при РШМ от стадии заболевания

PD-L1 экспрессия	IA		IB		IIA		IIIC1		Всего Pχ <sup>2</sup> <0.001 PH <0.001
	n	%	n	%	n	%	n	%	
PD-L1-negative	7	100	38	77.6±6.0	4	100	2	20.0±12.6	
PD-L1-positive	0	0	11	22.4±6.0	0	0	8	80.0±12.6	

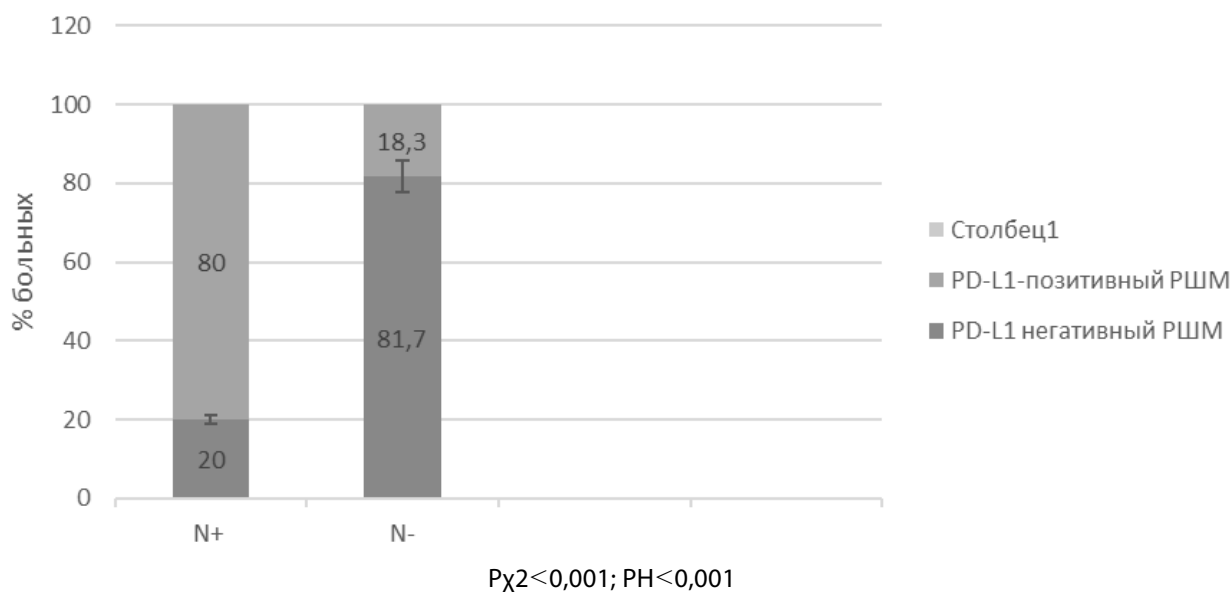


Рис. 2. Соотношение PD-L1-негативных и PD-L1-позитивных вариантов опухоли (в %) у больных с метастазами в лимфатические узлы

сте проводимой работы ценность представляют заключения МРТ в качестве источника получения информации о состоянии регионарных лимфатических узлов на предоперационном этапе. По данным МРТ, увеличенные лимфатические узлы (размером до 14 мм) были обнаружены у 4-х больных, из них в 2-х случаях это были пресакральные и в 2-х — лимфатические узлы мезоректума. Всем больным была произведена экстирпация матки с придатками в различных вариантах, в зависимости от степени распространённости опухолевого процесса. Распределение по стадиям было следующим: IA — 7(10,0±3,6%), IB — 49(70,0±5,5%), IIA — 4(5,7±2,8%) и IIIC1—10(14,3±4,2%) больных. Результаты ИГХ окрашивания антителами к СОХ-2-рецепторам представлены в таблице 1. В целом частота встречаемости СОХ-2-экспрессирующих опухолей выраженностью 1+, 2+ и 3+ составила 17 (24,3±5,1%), 28(40,0±5,9%) и 25(35,7±5,7%) случаев соответственно. Как видно из приведённых данных, экспрессия СОХ-2 уровня 1+, 2+ и 3+ в IA стадии составила 5(71,4±17,1%), 0 и 2(28,6±17,1%) случая

соответственно. В IB стадии эти показатели были равны 10(20,4±5,8%), 21(42,9±7,1%) и 18(36,7±6,9%) соответственно. Во IIA стадии число больных с СОХ-2 1+, СОХ-2 2+ и СОХ-2 3+ экспрессией было 1(25,0±21,7%), 0 и 1(75,0±21,7%), в IIIC1—1(10,0±9,5%), 7(70,0±14,5%) и 2(20,0±12,6%) (Pχ<sup>2</sup>=0,010, PH=0,224). Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии достоверной корреляции (не подтверждённой по Kruskal-Wallis) между выраженностью СОХ-2-статуса и стадией.

На рисунке 1 приведена зависимость между степенью экспрессии СОХ-2 и метастазированием в лимфатические узлы. В группе больных без метастазов в лимфатические узлы (N0) частота встречаемости СОХ-2 1+, 2+ и 3+ вариантов РШМ составила 16(26,7±5,7%), 21(35,0±6,2%) и 23(38,3±6,3%) случая соответственно.

В группе больных с метастазами в лимфатических узлах (N1) распределение было следующим: 1(10,0±9,5%),

7(70,0±14,5%) и 2(20,0±12,6%),  $P=0,110$ ,  $PH=0,865$ . Как показывают результаты, по данной категории достоверной корреляции не прослеживается, следовательно, наличие и выраженность COX-2 экспрессии не влияет на частоту регионарного метастазирования.

В таблице 2 отражены результаты ИГХ исследования PD-L1-рецепторов при РШМ в зависимости от стадии заболевания. Согласно приведённым данным, в IA стадии PD-L1-позитивных опухолей не наблюдалось, в IB стадии соотношение PD-L1+ и PD-L1- форм РШМ было 11 (22,4±6,0%) и 38(77,6±6,0%) случаев соответственно. Во IIA стадии все опухоли были PD-L1-негативны. В IIIC1 стадии PD-L1 экспрессия отсутствовала в 2(20,0±12,6%) наблюдениях, остальные 8(80,0±12,6%) были PD-L1-позитивны ( $P<0,001$ ,  $PH<0,001$ ).

Из этого следует, что PD-L1-экспрессия достоверно ассоциируется с IIIC1 стадией заболевания, характеризующейся наличием метастазов в тазовых лимфатических узлах.

На рис. 2 отражена диаграмма распределения PD-L1+ и PD-L1- опухолей среди больных с метастазами в лимфатические узлы. Как представлено на диаграмме, в группе пациентов с отсутствием метастазов в тазовых лимфатических узлах (N0) соотношение PD-L1+ и PD-L1- вариантов было 18,3 и 81,7% (11 и 49 случаев) соответственно.

В группе больных с метастазами в лимфатических узлах (N1) данное соотношение равно 80,0 к 20,0% (8 и 2 случая) соответственно ( $P<0,001$ ;  $PH<0,001$ ). Полученные данные говорят о наличии статистически достоверной зависимости между клеточной экспрессией PD-L1-рецепторов и метастазированием в лимфатические узлы, что имеет важное значение в оценке риска прогрессирования опухоли.

“При сравнении частоты отдалённого метастазирования было выявлено наличие достоверной зависимости этого показателя от статуса N” [7, с. 157; 9, с. 2293]. Так, в группе N0 число больных с дистантными

метастазами (M1) было 12(20,0±5,2%), больных без метастазов (M0) — 48(80,0±5,2%), тогда как в группе N1–6(60,0±15,5%) и 4(40,0±15,5%) соответственно;  $P=0,007$ ;  $\chi^2=7,179$ ;  $PH=0,008$ . Структура частоты рецидивов при сравнении обеих групп такова: N0 — рецидивы развились у 10(16,7±4,8%), у 50(83,3±4,8%) — рецидив отсутствует; N1–4(40,0±15,5%) и 6(60,0±15,5%) соответственно,  $P=0,088$ ;  $\chi^2=2,917$ ;  $PH=0,090$ . Статистический анализ подтверждает наличие корреляции между метастазированием в лимфатические узлы и отдалённой диссеминацией заболевания.

## Заключение

Проведённый анализ результатов иммуногистохимического окрашивания препаратов больных первично-операбельным РШМ выявил наличие определённых закономерностей между частотой регионарного метастазирования и PD-L1 и COX-2-статусом. Так, было установлено, что выраженность COX-2-экспрессии не влияет на частоту метастазов в лимфатические узлы ( $P=0,110$ ,  $PH=0,865$ ), а также не коррелирует с клинической стадией РШМ ( $P\chi^2=0,010$ ,  $PH=0,224$ ). По PD-L1-статусу была выявлена достоверная зависимость с регионарным метастазированием — в 80,0% случаях N1 опухоли были PD-L1-позитивны, тогда как при N0 PD-L1-позитивны были лишь 18,3% новообразований ( $P<0,001$ ;  $PH<0,001$ ). Также была установлена корреляция PD-L1-экспрессии с IIIC1 стадией заболевания ( $P<0,001$ ,  $PH<0,001$ ). Было обнаружено, что наличие N1 соотносится с развитием отдалённых метастазов — 60,0% против 20,0% при N0 ( $P=0,007$ ;  $PH=0,008$ ). Изучение частоты локальных рецидивов РШМ позволило установить отсутствие достоверной зависимости между данным показателем и статусом N ( $P=0,088$ ;  $\chi^2=2,917$ ).

Таким образом, у больных РШМ с метастазами в лимфатических узлах диагностика PD-L1-экспрессии имеет важное клиническое и прогностическое значение, иными словами, PD-L1-позитивность может быть расценена в качестве индикатора риска прогрессирования заболевания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bocanegra, A. and others. PD-L1 in systemic immunity unraveling its contribution to PD-1/PD-L1 blockade immunotherapy / A. Bocanegra, E. Blanco, H. Arasanz, L. Chocarro, M. Zuazo M., P. Morente, D. Escors, G. Kochan, G. Fernandez-Hinojal, R. Vera // International Journal of Molecular Sciences. — 2020. Vol. 21. Issue 16. — Pp. 1–17.
2. Chen Y. and others. Analysis of prognostic factors and clinical outcomes in uterine cervical carcinoma with isolated para-aortic lymph node recurrence. / Y. Chen, H. Lin, Ch. Wang // Am.J. Transl. Res. — 2019, — 11(12). — Pp. 7492–7502.
3. Chen Y. and others. Distribution patterns of lymph node metastasis in early stage invasive cervical cancer / Y. Chen, C. Fang, K. Zhang et al // — Baltimore: Medicine. — 2020, Oct 16, — 99 (42). — Pp. 222–285.
4. Diggs, L.P. and others. Utility of PD-L1 immunohistochemistry assays for predicting PD-1/PD-L1 inhibitor response / L.P. Diggs, E.C. Hsueh // Biomarker Research. — 2017. Vol. 5. Issue 1. — Pp. 12.

5. Duruisseaux, M. and others. Efficacy of PD1/PD-L1 immune checkpoint inhibitors and PD-L1 testing in thoracic cancers / M. Duruisseaux, I. Rouquette, J. Adam, A. Cortot, A. Cazes, L. Gibault, D. Damotte, S. Lantuejoul // *Annales de Pathologie*. — 2017. Vol. 37. Issue 1. — Pp. 61–78.
6. Heeren, M. and others. Prognostic effect of different PD-L1 expression patterns in squamous cell carcinoma and adenocarcinoma of the cervix / M. Heeren, S. Punt, M. Bleeker et al. // *Mod Pathol*. — 2016 Jul., — 29 (7). — Pp. 753–763.
7. Heskamp, S. and others. PD-L1 microspect imaging for longitudinal monitoring of PD-L1 expression in syngeneic and humanized mouse models for cancer / S. Heskamp, P.J. Wierstra, J.D.M. Molkenboer-Kuennen, G.W. Sandker, O.C. Boerman, E.H.J.G. Aarntzen // *Cancer Immunology Research*. — 2019. Vol. 7. Issue 1. — Pp. 150–161
8. Liu, Z. and others. Patterns of lymph node metastasis in locally advanced cervical cancer / Z. Lui, K. Hu, A. Liu, J. Shen // — Baltimore: *Medicine*. — 2016 Sep., — 95 (39). — Pp. 148–154.
9. Li, T. and others. Exploring a tumor intrinsic PD-L1 signal with proximity dependent biotin identification in lung cancer cells / T. Li, F. Zhang, P. Qin, Y. Wang, A. Wang, L. Zhao, B. Xu, O. Gao // *Biochemistry*. — 2019. Vol. 58. Issue 18. — Pp. 2293–2296.
10. Monneur, A. and others. PD-L1 expression and PD-1/PD-L1 inhibitors in reast cancer. / A. Monneur, A. Gonçaves, F. Bertucci // *Bulletin du Cancer*. — 2018. Vol. 105. Issue 3. — Pp. 263–274.

© Солтанова Ирада Фахраддин кызы (geray.80@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Азербайджанский Медицинский Университет

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ СРЕДИ ЖЕНСКОГО НАСЕЛЕНИЯ Г. МОСКВЫ

### ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF ONCOLOGICAL PATHOLOGY AMONG THE WOMEN POPULATION OF MOSCOW

**N. Stasevich  
L. Polonskaya  
M. Gadzhieva**

*Summary.* In recent years, there has been a significant increase in the number of patients and invalids due to malignant neoplasms. The problem of cancer among the female population is the most important problem in social medicine, not only in Russia, but also abroad.

Malignant neoplasms are also a medical and social problem due to the high morbidity and mortality of the female population. Thus, more women die from ovarian cancer every year than from cervical and endometrial cancer combined.

*Purpose of the study:* to analyze the most common forms of cancer incidence among the female population of Moscow and to propose approaches for their early detection.

*Keywords:* breast cancer, cancer of the female genital organs, medico-social significance, measures for early detection.

**Стасевич Наталья Юрьевна**

Д.м.н., ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко»  
n.stasevich@outlook.com

**Полонская Люсине Суменовна**

К.м.н., ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко»  
ml7951447@gmail.com

**Гаджиева Мадина Шахапасовна**

ФГБНУ «Национальный Научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»  
shaxapasovna1@mail.ru

*Аннотация.* В последние годы отмечен значительный рост количества больных и инвалидов вследствие злокачественных новообразований. Проблема онкологических заболеваний среди женского населения является наиважнейшей проблемой в социальной медицине не только в России, но и за рубежом.

Злокачественные новообразования представляют медико-социальную проблему также в связи с высокой заболеваемостью и смертностью женского населения. Так от рака яичников ежегодно умирают больше женщин, чем от рака шейки матки и рака эндометрия вместе взятых.

*Цель исследования:* проанализировать наиболее распространённые формы онкологической заболеваемости среди женского населения г. Москвы и предложить подходы их раннего выявления.

*Ключевые слова:* рак молочной железы, рак женских половых органов, медико-социальная значимость, мероприятия по раннему выявлению.

### Введение

**Р**ак — это общее название большой группы заболеваний, которые могут поражать любые ткани тела. Характерным признаком рака является быстрое образование и рост аномальных клеток, способных распространяться в другие органы. По данным ВОЗ в 2008 году от рака умерло 7,6 миллиона человек, что соответствует 13% от числа всех смертей в мире. Со-

отношение числа заболевших к умершим составляет 1 к 0,6. Несмотря на то, что 2017 год объявлен ВОЗ ориентировочным годом победы над раком, заболеваемость данной патологией остаётся на высоком уровне [1,2,3].

Понятно, что на сегодняшний день основную угрозу здоровью и жизни человека представляют сердечно-сосудистые, а не онкологические заболевания. Например, в нашей стране злокачественные новообра-



зования остаются второй основной причиной смерти населения, но они значительно уступают смертности при болезнях системы кровообращения.

Российские женщины чаще мужчин болеют раком (53,3% и 46,5%), но мужчины умирают почти в 2 раза чаще.

Средний возраст выявления заболевания у женщин составляет 62,9 года, у мужчин — 63,3 года. Средний возраст умерших для женщин составляет 67,0 лет, у мужчин — 64,9 года.

Наиболее часто встречаемые типы рака среди мужчин и женщин отличаются друг от друга. На протяжении нескольких лет у мужчин первые места занимают опухоли бронхов и лёгкого (21,9%) и желудка (12,0%); у женщин — рак молочной железы (19,9%), затем желудка и кожи [4,5].

Около трети случаев смерти мужчин обусловлены раком лёгкого. Опухоли желудка являются причиной смерти ещё 13,3% мужчин. У женщин к смерти чаще всего приводят злокачественные новообразования молочной железы (17,3%). Далее в порядке следуют новообразования желудка (11,7%), ободочной кишки (9,5%), лёгкого и прямой кишки (по 6,4%), яичников (5,7%), лимфатической и кроветворной ткани (5,4%), тела (4,8%) и шейки (4,6%) матки [6].

Таким образом, онкологические заболевания остаются в числе приоритетов здравоохранения в связи с постарением населения и неудовлетворительными результатами профилактики и лечения.

### Цель исследования

Проанализировать наиболее распространённые формы онкологической заболеваемости среди женского населения г. Москвы и предложить подходы их раннего выявления.

### Материалы и методы

В исследовании использовались данные официальной статистики, выложенные в электронных ресурсах: <https://rosstat.gov.ru/> и <http://rosstatistika.ru/>. В исследовании также были проанализированы данные учётной документации 9 женских консультаций г. Москвы, а конкретно формы статистического учёта по диспансерным группам наблюдения по онкопатологии: формы п 030/у-04 «Контрольная карта диспансерного наблюдения», а также формам учётности, согласно Приказу Минздрава России от 15 ноября 2012 года N915н «Об утверждении Порядка оказания медицинской

помощи населению по профилю «онкология» (с изменениями на 5 февраля 2019 года), в котором в п. 24 сказано «В случае подтверждения у больного факта наличия онкологического заболевания, информация об уточненном диагнозе больного направляется из организационно-методического отдела онкологического диспансера в центр амбулаторной онкологической помощи либо первичный онкологический кабинет, первичное онкологическое отделение медицинской организации, оказывающей медицинскую помощь больным с онкологическими заболеваниями, для последующего диспансерного наблюдения больного. (Пункт в редакции, введенной в действие с 1 мая 2019 года приказом Минздрава России от 5 февраля 2019 года N48н.».

Всего было обследовано 1089 женщин, состоящих на учёте по поводу рака женских половых органов и рака молочной железы за 2019 г.— 8 месяцев 2020 года.

### Результаты

Как показал анализ официальных данных, в 2019 г. в Российской Федерации впервые в жизни выявлено 624709 случаев злокачественных новообразований (в том числе 285949 и 338760 у пациентов мужского и женского пола соответственно). Прирост данного показателя по сравнению с 2017 г. составил 1,2%. На конец 2018 г. в территориальных онкологических учреждениях России состояли на учёте 3762218 пациентов (2017 г.— 3630567).

Совокупный показатель распространенности составил 2562,3 на 100000 населения. Диагноз злокачественного новообразования был подтвержден морфологически в 93,0% случаев (2008 г.— 83,2%), наиболее низкий удельный вес морфологической верификации диагноза наблюдается при опухолях поджелудочной железы (65,8%), печени (68,9%), трахеи, бронхов, легкого (79,9%), почки (85,5%), костей и суставных хрящей (90,7%).

Распределение впервые выявленных злокачественных новообразований по стадиям в 201 году: I стадия— 30,6%, II — 25,8%, III — 18,2%, IV — 20,3%.

Ведущими локализациями в общей (оба пола) структуре онкологической заболеваемости являются: кожа (12,6%, с меланомой — 14,4%), молочная железа (11,4%), трахея, бронхи, легкое (9,9%), ободочная кишка (6,9%), предстательная железа (6,8%), желудок (5,9%), прямая кишка, ректосигмоидное соединение, анус (5,0%), лимфатическая и кроветворная ткань (4,8%), тело матки (4,3%), почка (3,9%), поджелудочная железа (3,1%), шейка матки (2,8%), мочевого пузыря (2,8%), яичник (2,3%) (таблица 1).

Таблица 1. Ранговая структура ведущих нозологических форм онкологической патологии (в % отношении).

Ранги	Нозологическая форма	Соотношение в%
1	Меланома кожи	14,4
2	Молочная железа	11,4
3	Трахеи, бронхи, лёгкие	9,9
4	Ободочная кишка	6,9
5	Предстательная железа	6,8
6	Желудок	5,9
7	Прямая кишка, ректосигмоидное соединение, анус	5,0
8	Лимфатическая и кроветворная ткань	4,8
9	Тело матки	4,3
10	Почка	3,9
11	Поджелудочная железа	3,1
12	Шейка матки	2,8
13	Мочевой пузырь	2,8
14	Яичники	2,3

Поскольку здоровье женского населения напрямую связано с рождением здоровой нации, то нами особое значение было уделено состоянию онкологической патологической поражённости наиболее распространёнными формами рака среди женщин.

В ходе исследования был проведен анализ онкозаболеваемости в зависимости от возраста среди трудоспособного женского населения в мегаполисе.

Установлено, что наиболее высокий показатель онкологических заболеваний в среднем за годы исследования 2019–8 месяцев 2020 гг.) отмечался в возрастной группе женского населения 25–34 года — 38,8 на 100 тыс. человек соответствующего пола. Далее в порядке убывания следует возрастная группа 35–44 года — среднегодовой показатель составил 35,7 на 100 тыс. человек соответствующего возраста женского населения.

Как показывают результаты исследований, сравнительный анализ показателей онкологических заболеваний среди женщин наиболее распространёнными формами рака -органов пищеварения и дыхания — с данными заболеваемости молочной железы и половых органов не отражает истинной картины эпидемиологического процесса, поскольку имеет место поздняя диагностика данных патологий. Прогностический расчет до 2025 г. показал, что заболеваемость и распространенность онкологической патологии среди трудоспособного женского населения г. Москвы будут иметь

тенденцию к росту именно по раку молочной железы и женских половых органов.

Рак молочной железы занимает одно из лидирующих мест в онкопатологии женского населения трудоспособного возраста, в связи с чем данная патология изучалась более детально. Среднегодовой темп прироста данного показателя за анализируемый период на всей территории страны составил 2,58%, г. Москве — 3,47%, соответственно. Наиболее высокий уровень по-возрастного показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями молочной железы в группе 30–39 лет в среднем по стране был отмечен в 2019 году, равный 24,14 на 100 тыс. женского населения, в то время как в г. Москве в 2019 году был 31,09 на 100 тыс. женского населения.

Поскольку из числа онкопатологии, приводящей к инвалидности на первом месте стоит рак половых органов, то именно эта нозология была рассмотрена также более детально. В целом за десять лет число впервые признанных инвалидами вследствие злокачественных новообразований половых органов уменьшилось на 5,2%, что обусловлено внедрением в практику медицинских организаций новых современных методов диагностики онкологических заболеваний, улучшением диспансеризации в Москве и Московской области и применением адекватных методов лечения в рамках Государственной программы развития здравоохранения на 2018–2025 годы, утвержденной Постановлением Правительством РФ от 26.12.2017 № 1640

«Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения»».

Исследование структуры первичной инвалидности вследствие злокачественных новообразований женских половых органов в Москве с учетом возраста свидетельствовало о преобладании женщин молодого и среднего возраста (от 87,8% в 2016 г. до 90,2% в 2019 г.).

Основным звеном в системе противораковой борьбы, обеспечения квалифицированной, специализированной стационарной и поликлинической медицинской помощи населению является онкологический диспансер. В этом учреждении осуществляется организационно-методическое руководство и координирование деятельности всех онкологических учреждений, находящихся в подчинении.

Однако в онкологическом диспансере в основном решаются медицинские задачи лечения и изучения раковых опухолей. Комплекс медицинских, психологических и социальных задач призваны решать хосписы.

Обсуждение. С целью снижения выхода на инвалидность онкологических изучена медико-социальная эффективность проведения реабилитационных мероприятий в восстановительном отделении поликлиники диспансера. Обследованию подверглось 485 больных наиболее распространёнными формами рака: молочной железы и женских половых органов. Повторное освидетельствование, медико-социальной экспертной комиссии показало, что максимальная часть по истечении первого года инвалидности полностью восстановили трудоспособность при раке молочной железы (36,5%), женских половых органов (26,7%). До настоящего времени остаётся низкой доля лиц восстановивших трудоспособность при злокачественном заболевании шейки матки — 19,7%.

Для расчёта стоимости одного посещения с целью получения восстановительной помощи была использована методика Ю. П. Лисицына (2010) по разделению расходов на содержание больных в стационаре и поликлинике многопрофильной больницы. Данные расчета показали, что восстановительная помощь онкологических больных в амбулаторных условиях при сохранении медико-социальной эффективности, обходится значительно дешевле (у больных раком молочной железы в 4,3 раза, у больных раком женских половых органов — в 3 раза), по сравнению с восстановительной помощью, оказанной в условиях стационара.

Нами были предложены механизмы раннего выявления онкологических заболеваний, связанные с со-

вершенствованием организации работы на амбулаторно-поликлиническом этапе:

- ◆ проведение профилактических осмотров женского населения обслуживаемой территории с целью своевременного выявления онкозаболеваемости;
- ◆ формирование поликлинических групп риска развития злокачественных новообразований в зависимости от факторов риска и обеспечения полного и качественного обследования;
- ◆ использование различных методов современной диагностики онкологических заболеваний в зависимости от экономической целесообразности и медицинской эффективности их применения;
- ◆ повышение бдительности врачей медицинских организаций общей лечебной сети в отношении онкозаболеваемости женского населения, для чего постоянно проводить семинары и конференции с участием врачей онкологов.

В связи с развитием и внедрением высокотехнологичных методов лечения онкологических заболеваний, уже сегодня стало возможным радикальное лечение большинства пациентов, выполняя обширные органосохраняющие оперативные вмешательства, химиотерапию и лучевую терапию, что в ближайшие годы увеличит количество инвалидизированных женщин, излеченных от рака. Однако реабилитация, с целью социальной адаптации, недостаточно развита, в связи, с чем большой после радикального лечения остается без внимания.

Необходимо отметить, что в реабилитации нуждаются не только пациенты, имеющие группу инвалидности, но и больные с I — II стадиями заболевания, прошедшие радикальное лечение, так как диагноз рак — это всегда стресс, а лечение не всегда щадящее.

Медико-социальная работа также направлена на улучшения качества жизни онкологических больных.

Следует особо подчеркнуть, что до настоящего времени не была проведена комплексная научная разработка основных категорий ограничения жизнедеятельности и социальной недостаточности пациентов с онкологическими заболеваниями и впервые признанных инвалидами. Отсутствуют данные о степени взаимосвязи нарушенного здоровья, клинического прогноза, ограничения жизнедеятельности и социальной недостаточности в этом обширном контингенте больных, что делает актуальной проблему медико-социальной экспертизы первичной инвалидности вследствие этой тяжелой онкологической патологии.

Особую актуальность приобретает в настоящее время качество жизни больных и инвалидов после проведенного радикального и паллиативного лечения, а также потребность последних в медико-социальной помощи.

### Выводы

1. Таким образом, решение проблемы по предупреждению распространения онкопатологии и совершенствованию онкологической помощи в крупном мегаполисе как г. Москва необходимо

осуществлять путём обоснованного выбора мероприятий, приоритетными из которых должна стать предложенная нами программа амбулаторной восстановительной помощи.

2. Решение разнообразных проблем инвалидности в современном обществе основано на разработке и использовании комплексной многопрофильной реабилитации, которая обеспечивает независимую жизнедеятельность инвалидов. Особую значимость при этом приобретает изучение механизмов социальной компенсации и адаптации.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Завольская, Ж.А., Кузнецов, В.В., Лазарева, Н.И. и др. Факторы прогноза и тактика лечения больных эндометриальными стромальными саркомами матки // Сибирский онкологический журнал. 2008. № 3. С. 16–20.
2. Запущенный рак молочной железы. Здравоохранение Таджикистана, 2004 г., № 3. С. 63–65.
3. Кедрова, А.Г. Персистирующий рак яичников: активная тактика лечения // Материалы X Российского онкологического конгресса. М., 2006. С. 64–68.
4. Ковалев, Б.Н., Старинский, В.В. Эпидемиология рака молочной железы в России (2000 г.) // Гормонозависимые опухоли (Материалы IX Всероссийской конференции онкологов). — СПб., 2002. — С. 40–42.
5. Комаров, И.Г. Метастазы злокачественных опухолей без выявленного первичного очага / И.Г. Комаров, Д.В. Комов. — М: Триада-Х, 2002. — 116 с.
6. Комаров, И.Г., Комов, Д.В., Гуртовая, И.Б. Диагностическая тактика у больных с метастазами злокачественных опухолей без выявленного первичного очага. — М.: Издательская группа ГУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН, 2005. — 18 с.

© Стасевич Наталья Юрьевна ( n.stasevich@outlook.com ),

Полонская Люсине Суменовна ( ml7951447@gmail.com ), Гаджиева Мадина Шахапасовна ( shaxapasovna1@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный Научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко

## ОБЗОР ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ОПУХОЛЕЙ ЗАБРЮШИННОГО ПРОСТРАНСТВА

### REVIEW OF SURGICAL TREATMENT FOR PRIMARY RETROPERITONEAL TUMORS

**M. Timerbulatov**  
**E. Senderovich**  
**F. Irnazarov**  
**E. Grishina**  
**L. Aitova**  
**T. Ziganshin**

*Summary.* Primary Retroperitoneal Tumors are found in 0.03–1.1% of all neoplasms, more than half of them are malignant, in 50% of cases within 12–18 months after radical surgical treatment, a relapse occurs. Most often, these tumors are found in young and middle-aged women.

To determine the tactics of treatment and the choice of the type of surgical intervention, it is necessary to conduct a preliminary study with obligatory histological examination.

A minimally invasive method for the treatment of primary retroperitoneal tumors can reduce the duration of hospitalization and pain period in the most cases

Mini-invasive approaches when removing the primary retroperitoneal tumors are associated with less trauma to the patient, a shorter pain period, faster recovery, and a short hospitalization period. However, a serious obstacle for laparoscopic or robotic-assisted tumor removal is late diagnosis, when the size of the tumor does not allow the operation through the mini-access.

For successful treatment with a mini-invasive approach, it is necessary to diagnose a tumor up to 7–10 cm in size; nowadays, such tumors are most often diagnosed for the first time when they reach 20 cm.

*Keywords:* primary retroperitoneal tumors, retroperitoneal tumors, laparoscopic surgery, Robot-assisted surgery, surgery treatment, transperitoneal approach, retroperitoneal approach.

**Тимербулатов Махмуд Вилевич**

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (Уфа)  
timerm@yandex.ru*

**Сендерович Ефим Иосифович**

*К.м.н., доцент ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (Уфа)  
efim.senderovich@mail.ru*

**Ирназаров Фагим Ринатович**

*Ассистент, аспирант, ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (Уфа)  
fm.irnazarov@gmail.com*

**Гришина Елена Евгеньевна**

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (Уфа)  
alyonagrishina662@mail.ru*

**Аитова Лилия Ринатовна**

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный медицинский университет»  
Минздрава России (Уфа)  
laitova@yandex.com*

**Зиганшин Тимур Маратович**

*К.м.н., ГБУЗ РБ ГКБ № 21 (Уфа)  
tim.zig2012@yandex.ru*

*Аннотация.* Неорганные забрюшинные опухоли встречаются 0,03–1,1% случаев всех новообразований, более половины из них — злокачественные, в 50% случаев в течение 12–18 месяцев после радикального хирургического лечения происходит рецидив. Чаще данные опухоли встречаются у женщин молодого и среднего возраста.

Для определения тактики лечения и выбора вида хирургического вмешательства необходимо провести исследование с обязательным гистологическим исследованием.

Мини-инвазивный способ лечения неорганных забрюшинных опухолей позволяет снизить длительность госпитализации, болевой период и травматизацию пациента в большинстве случаев

Мини инвазивные доступы при удалении НЗО ассоциированы с меньшей травматизацией пациента, более коротким болевым периодом, быстрым выздоровлением и непродолжительным периодом госпитализации. Однако, серьезным препятствием для лапароскопического или робот-ассистированного удаления опухоли является поздняя диагностика, когда размеры опухоли не позволяют провести операцию через мини-доступ.



## Актуальность

**Н**е имеющие органной принадлежности опухоли, локализующиеся забрюшинно между листками брюшины брыжеек кишечника объединены в понятие неорганных забрюшинных опухолей (НЗО). Частота их встречаемости составляет 0,03–1,1% от всех впервые выявленных новообразований, при этом 60–85% НЗО являются злокачественными, рецидивирующими в 50% (по данным некоторых исследований — до 61%) случаев в течение 12–18 месяцев после радикального хирургического лечения [1,2, 3,4].

Чаще данные опухоли встречаются у женщин любого возраста, но преимущественно 40–60 лет [5,10,16,26]

Морфологически согласно классификации опухолей Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) НЗО могут быть представлены мезенхимальными опухолями (включая саркомы и нейрогенные опухоли) парасимпатическими, лимфоидными опухолями, экстрагандными опухолями зародышевых клеток. По данным различных исследований в большинстве случаев НЗО представлены различными формами сарком.[51]

Стратегии лечения значительно отличаются для различных типов новообразования, поэтому необходимо иметь точный диагноз перед началом лечения.

Диагностика НЗО может быть затруднена из-за часто бессимптомного течения, так же возможны сложности в верификации опухоли из-за ее расположения (новообразование, кажущееся исходящим из надпочечников, на самом деле может быть опухолью, расположенной вокруг органа). [28,29,30,31,43,46]. Анамнез и физикальное обследование могут помочь установить диагноз (например, пациент с раком яичка имеет высокие риски поражения забрюшинного пространства. Однако большинство НЗО не имеют очевидного диагноза, требуют тщательной диагностики (исследование онкомаркеров, проведение биопсии, КТ/МРТ исследований). Если онкомаркеры отрицательные, необходимо провести предоперационную чрезкожную биопсию для определения или подтверждения диагноза. Проведенные

Для успешного проведения лечения мини-инвазивным доступом необходимо диагностировать опухоль размером до 7–10 см, в настоящее время чаще всего такие опухоли впервые диагностируются при достижении 20 см.

*Ключевые слова:* неорганные забрюшинные опухоли, забрюшинные опухоли, лапароскопическая операция, робот-ассистированная хирургия, хирургическое лечение, трансперитонеальный доступ, ретроперитонеальный доступ.

исследования показывают, что пункционная биопсия безопасна и не увеличивает частоту рецидивов злокачественных новообразований. [27, 31,43,46].

Основным методом лечения первичных и рецидивных неорганных забрюшинных опухолей является хирургическое вмешательство. Лучевая терапия и химиотерапия мало эффективны, хотя могут использоваться при комбинированном лечении НЗО либо как самостоятельные методы при невозможности удаления опухоли. Поэтому пути совершенствования тактики хирургического лечения остаются актуальными [9,11,15].

Сложность хирургического лечения НЗО связана с отсутствием топографических ориентиров и ограниченным пространством забрюшинной области, трудность определения наличия инвазии опухоли в магистральные сосуды и расположенные рядом органы, визуализации питающих опухоль сосудов.

На данный момент не существует единой классификации локализации НЗО. В.В. Цвиркуном в 2000 г в институте хирургии им. А.В. Вишневского была разработана классификация, основывающаяся на выделении 5 зон забрюшинного пространства (рис. 1):

1 — между левым куполом диафрагмы сверху, супраренальным сегментом. Наличие образования в зоне оценивается по шкале от 0 до 5. Если зона свободна от образования, ставится 0 [2]

Другие авторы исследующие проблему хирургического лечения НЗО разрабатывают собственные схемы (рис 2)

Хирургическое лечение больных с диагнозом НЗО сопровождается высоким риском интраоперационных и послеоперационных осложнений. Для радикального удаления забрюшинных опухолей необходима длительная ретракция органов брюшной полости, адекватная экспозиция, сложность проведения операции составляет так же необходимость проведения хирургических манипуляций к магистральным сосудам и нервным структурам [1,2,3,6,7,8,14,17,18,19]

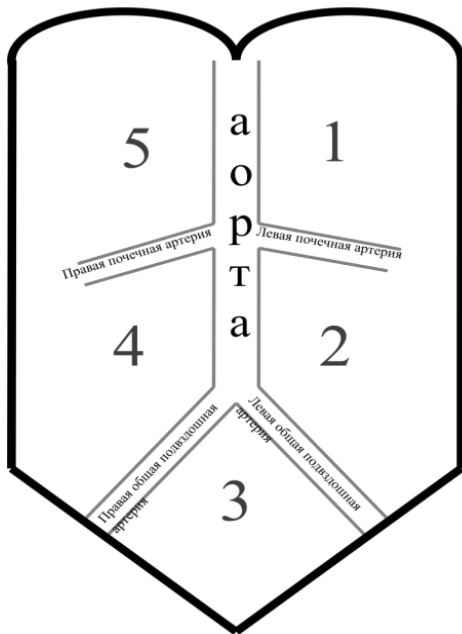


Рис 1. Классификации локализации НЗО по В.В. Цвиркуну\*

\*рисунок Сон.А.И. Робот-ассистированные операции при неорганных забрюшинных образованиях 2017 г [4]

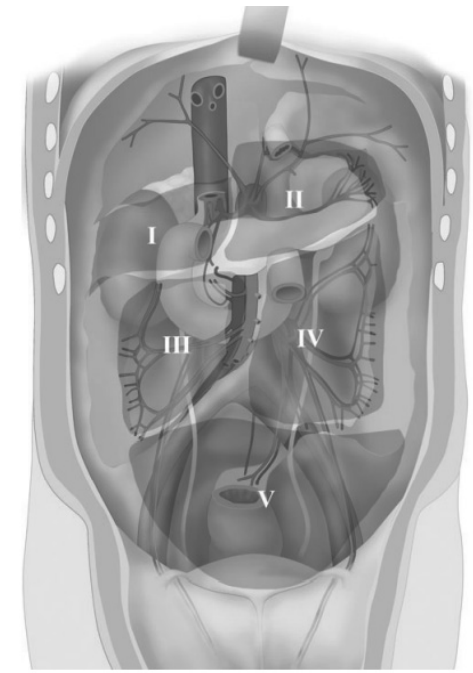


Рис 2. Схема локализации НЗО Wei Ding, MD\*\*

\*\* рисунок Wei Ding, MD и авт. Minimally Invasive Surgery of Primary Retroperitoneal Tumors from the Perspective of General Surgeons: 6 Years of Experience at a Single Institution 2020[24]

В связи с этим проводятся исследования в поиске оптимальной хирургической техники удаления НЗО. Мы изучили результаты исследований, проводимых различными клиническими центрами, сравнивающими лапаротомную, лапароскопическую и робот-ассистированную техники оперативного вмешательства

По результатам анализа ретроспективных исследований для успешного проведения лапароскопической или робот-ассистированной операции размер новообразования не должен превышать 7–10 см (при большем размере требовалась конверсия), в тоже время средний размер НЗО при постановке диагноза составляет 20 см. [4,20, 21, 22,23,24,25,32]

Поскольку чаще НЗО располагаются у задней брюшной стенки, при лапаротомической операции требуется широкий доступ, что удлиняет время послеоперационного восстановления.

Длительность операции короче при открытом доступе (медиана 112 мин), при лапароскопическом доступе -медиана 125, робот-ассистированные (РА)операции медиана 140 мин.

Объем кровопотери при открытом доступе в среднем в 2,5 раза выше, аналогичного показателя для лапароскопии или робот-ассистированных операций, что связывают с большим размером опухоли, следовательно с увеличением сложности и травматизма операции. Нахождение пациентов стационаре при мини инвазивных вмешательствах было короче (4–6 дней для робот-ассистированного вмешательства, 5–7 дней для лапароскопии и 8–10 дней для открытого доступа) [1,2,3,37,24]

Анализ ретроспективных парных исследований за период с 2006 по 2016 гг., в которых между парами пациентов сравнивались трансперитонеальный и ретроперитонеальные доступы при радикальном лечении НЗО, показал что ретроперитонеальный доступ статистически значимо снижает запланированную кровопотерю и время операции. Послеоперационный исход для данных операционных доступов эквивалентны [33, 34, 35, 38,39, 40,42,45,47,48,49]

В представленных исследованиях послеоперационные осложнения (кровотечения, лимфорей, нагноение послеоперационной раны) не коррелируют с выбором операционного доступа [12,13, 36,37,41,44,50]

Заключение

Мини инвазивные доступы при удалении НЗО ассоциированы с меньшей травматизацией пациента, более коротким болевым периодом, быстрым выздоровлени-

ем и непродолжительным периодом госпитализации. Однако, серьезным препятствием для лапароскопического или робот-ассистированного удаления опухоли является поздняя диагностика, когда размеры опухоли не позволяют провести операцию через мини-доступ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ближайшие и отдаленные результаты лечения больных с опухолями забрюшинного пространства /О.И. Каганов [и др.] // Поволжский онкологический вестник. 2020. № 3. С. 12–19
2. Ближайшие и отдаленные результаты лечения опухолей забрюшинного пространства /Каганов О.И. [и др.]// Proceedings of the First International Forum of Oncology and Radiology. 2019. С. 130
3. Хирургическое лечение неорганных забрюшинных опухолей /А.Г. Кригер [и др.]// Хирургия. 2017. № 1. С. 15–20.
4. А.И. Сон Робот-ассистированные операции при неорганных забрюшинных образованиях: дис. ... канд. мед наук: 14.01.17.— М., 2017. 123с.
5. Lam A.K. Update on adrenal tumours in 2017 Whorld Health Organization (WHO) of endocrine tumours.// Endocrine Pathology. 2017. № 28. P. 213–277
6. Adrenal tumours: open surgery versus minimally invasive surgery/ Cristian Fiori [et al]// Current opinion in oncology. 2020. № 32(1). P. 27–34
7. Algorithm for the surgical management of mesenchymal tumors of the perineum / Sourrouille I [et al]// Diseases of the colon and rectum.2015. № 58(3). P. 304–313
8. Alternative approaches to retroperitoneal lymph node dissection for paratesticular rhabdomyosarcoma/ Sara A Mansfield [et al]// Journal of pediatric surgery.2020. № 50(12). P. 2677–2681.
9. A phase III randomized study of preoperative radiotherapy plus surgery versus surgery alone for patients with retroperitoneal sarcoma/ Bonvalot S [et al]// Journal of Clinical Oncology. 2019. № 15. P. 264–265
10. A retroperitoneal mass needs respect/ Royal Australasian College of Surgeons// ANZ journal of surgery. — 2018.-№ 88(4).P.261–262
11. Benefit of the Surgical Management of Retroperitoneal Sarcoma in a Reference Center: A Nationwide Study of the French Sarcoma Group from the NetSarc Database/ Bonvalot S [et al]// Annals of Surgical Oncology. 2019. № 26(7). P. 2286–2293
12. Clinical predictors of prolonged postresection hypotension after laparoscopic adrenalectomy for pheochromocytoma/ TakeshiNamekawaMD [et al]// Surgery. 2016. N159(3). P. 763–770
13. Current principles of surgery for retroperitoneal sarcomas/ Fairweather M [et al]// Journal of surgical oncology. — 2018.-№ 117(1). P. 33–41
14. Hemodynamic instability during surgery for pheochromocytoma: comparing the transperitoneal and retroperitoneal approach in a multicenter analysis of 341 patients/ Wessel M C M Vorselaars [et al]// Surgery.2018. № 163(1). P. 176–182
15. Improved survival using specialized multidisciplinary board in sarcoma patients /Blay J [et al]//Annals of Oncology.2017 № 28(11). P. 2852–2859
16. Soft tissue and visceral sarcomas: ESMO–EURACAN clinical practice guidelines for diagnosis, treatment and follow-up/ Casali PG [et al]// Annals of Oncology. 2018.№ 29. P. 51–67
17. Interdisciplinary approach allows minimally invasive, nerve-sparing removal of retroperitoneal peripheral nerve sheath tumors/ Mohammed Mehdi Hajiabadi [et al]// Langenbeck's archives of surgery. 2020. № 405(2). P. 199–205
18. Laparoscopic adrenalectomy using the lateral retroperitoneal approach: is it a safe and feasible treatment option for pheochromocytomas larger than 6 cm? / Chung HS [et al] // International Journal of Urology. 2018.№ 25. P. 414–419
19. Laparoscopic anterior versus endoscopic posterior approach for adrenalectomy: a shift to a new golden standard?/ O.M. Vrieling [et al]// Langenbeck's Archives of Surgery. 2016. № 402. P. 767–773
20. Lateral transperitoneal adrenalectomy versus posterior retroperitoneoscopic adrenalectomy for benign adrenal gland disease: randomized controlled trial at a single tertiary medical center / Chai YJ [et al] Annals of Surgery. 2019. № 269(5). P. 842–848
21. Lower pole approach in retroperitoneal laparoscopic radical nephrectomy: a new approach for the management of renal vascular pedicle/ Bo Yuan [et al]// World journal of surgical oncology. 2018. № 16(1). P. 31
22. Management of metastatic retroperitoneal sarcoma: a consensus approach/Trans-Atlantic Retroperitoneal Sarcoma Working Group (TARPSWG)// Annals of Oncology.2018.№ 29(4). P. 857–871
23. Minimally Invasive Lateral Retroperitoneal Approach for Resection of Extraforaminal Lumbar Plexus Schwannomas: Operative Techniques and Literature Review/ Michael M Safaei [et al]// Operative Neurosurgery.2018. № 15(95). P. 516–521
24. Minimally Invasive Surgery of Primary Retroperitoneal Tumors from the Perspective of General Surgeons: 6 Years of Experience at a Single Institution/ Wei Ding, MD [et al]// Journal of laparoendoscopic & advanced surgical techniques. 2020.№ 31(6). P. 698–704
25. National trends and disparities of minimally invasive surgery for localized renal cancer, 2010 to 2015/ Xia L [et al]// Urologic Oncology. 2019.№ 37(3). P. 182e17.-182e27
26. Overview of primary adult retroperitoneal tumours /Improta [et al]// European Journal of Surgical Oncology.2020.№ 46(9).P. 1773–1779
27. Percutaneous core needle biopsy in retroperitoneal sarcomas does not influence local recurrence or overall survival/ Wilkinson MJ [et al]//Annals of surgical oncology. 2015.№ 22(3).P. 853–858



28. Primary retroperitoneal soft tissue sarcoma: imaging appearances, pitfalls and diagnostic algorithm /Messiou C[et al]// European journal of surgical oncology.2017.№ 43. P. 1191–1198
29. Renal angiomyolipomas: At least two diseases. A series of patients treated at two European institutions/ Delhorme JB [et al]// European journal of Surgical Oncology.2017.№ 43(4). P. 831–836
30. Renal mass and localized renal cancer: AUA guideline / Campbell S [et al]// Journal of Urology.2017 № 198(3).P. 520–529
31. Retroperitoneal Sarcomas: Does Laterality Matter?/ Johanna Lou [et al]// Journal of surgical research. 2019.№ 41.P. 34–41
32. Retroperitoneoscopic approach for highly complex posterior renal hilar tumors/ Jose Luis Bauza [et al]// Official journal of the Brazilian Society of urology. 2020.№ 46(3).P.485–486
33. Retroperitoneal approach for robot-assisted partial nephrectomy: technique and early outcomes/ Porreca A [et al]// Official journal of the Brazilian Society of urology. 2018.№ 44(1).P. 63–68
34. Retroperitoneal vs Transperitoneal Robot-assisted Partial Nephrectomy: Comparison in a Multi-institutional Setting/ Sohrab Arora [et al]// Urology.2018. № 120. P. 131–137
35. Retroperitoneal Versus Transperitoneal Robotic Partial Nephrectomy: A Multicenter Matched-pair Analysis/ Nina N Harke [et al]// European urology focus. 2020 № 20. P. 8
36. Risk factors for complications after robotic adrenalectomy: a review/ Davide Inversini [et al]//Gland surgery. 2020. № 9(3). P. 826–830
37. Robot-Assisted Laparoscopic Excision of Complicated Retroperitoneal Tumors with Four Arms Via Retroperitoneal Way: A Unique Minimal-Invasive Approach / Sunyi Ye [et al]// Journal of O laparoendoscopic&advanced surgical techniques.2019.№ 30(10).P. 1110–1116
38. Selektionskriterien zur laparoskopischen oder retroperitoneoskopischen Adrenalectomie/ Henning Dralle [et al]// Springer Nature. 2020.№ 91(7).P.595
39. Robotic Assisted Retroperitoneal Lymph Node Dissection for Small Volume Metastatic Testicular Cancer/ Andreas Hiester [et al]// The journal of urology.2020. № 204(6).P.1242–1248
40. Robotic partial nephrectomy for posterior tumors through a retroperitoneal approach offers decreased length of stay compared with the transperitoneal approach: a propensitymatched analysis / Maurice MJ [et al]// Journal of Endourology.2017.№ 31(2).P. 158–162
41. Role of nutritional status in the early postoperative prognosis of patients operated for retroperitoneal liposarcoma (RLS): A single center experience/Kirov KM [et al] European journal of surgical oncology.2019.№ 45(2).P. 261–267
42. Selective Versus Non-selective  $\alpha$ -Blockade Prior to Laparoscopic Adrenalectomy for Pheochromocytoma/ Reese W. Randle MD [et al]// Annals of Surgical Oncology. 2017. № 24. P. 244–250
43. Soft tissue sarcoma, Version 2.2018, NCCN clinical practice guidelines in oncology/ Von Mehren M [et al]// Journal of the National Comprehensive Cancer Network: JNCCN. — 2018.-№ 16(5). P. 536–563
44. Surgery for Abdominal Well-Differentiated Liposarcoma/ Sara A Mansfield [et al]//Current treatment options in oncology.2018. № 19(1). P. 1
45. Surgical management of primary retroperitoneal sarcomas: rationale for selective organ resection / Fairweather M [et al]// Annals of surgical oncology.2018 № 25(1). P. 98–106
46. The management of desmoid tumours: A joint global consensus based guideline approach for adult and paediatric patients./Desmoid Tumor Working Group// European journal of Cancer.2020.№ 127. P. 96–107
47. Transperitoneal versus retroperitoneal robot-assisted partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis/ Xia L [et al]// International Journal of Surgery.2016.№ 30. P. 109–115
48. Transperitoneal versus retroperitoneal laparoscopic adrenalectomy for large pheochromocytoma: Comparative outcomes/ Koji Shiraishi [et al]// international journal of urology. 2019. № 26(2). P. 212–216
49. Transperitoneal vs. retroperitoneal robotic partial nephrectomy: a matched-paired analysis/ Harsha R. Mittakanti [et al]// World Journal of Urology.2019№ 38(5). P. 1093–1099
50. Treatment at low-volume hospitals is associated with reduced short-term and long-term outcomes for patients with retroperitoneal sarcoma/ Keung EZ [et al]// Cancer.2018. № 124(23). P. 4495–4503
51. WHO Classification of Tumours Online // URL: <https://tumourclassification.iarc.who.int/welcome/> (дата обращения: 16.08.2021).

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОКСИМАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ ЖЕЛУДКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТОДОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

## RESULTS OF THE PROXIMAL GASTRIC RESECTION DEPENDING ON METHODS OF GASTROINTESTINAL TRACT RECONSTRUCTION

**V. Tishakova  
D. Ruchkin  
A. Gritskevich  
N. Efimenko**

*Summary.* The article reflects the results of a study aimed at evaluating the effectiveness and prove the feasibility of using isoperistaltic jejunogastroplasty (modification of the Merendino-Dillard operation) as a method of primary reconstruction after subtotal proximal gastrectomy.

The analysis of the results of treatment of 97 patients operated on for surgical diseases of the cardiac stomach in the period from 2011 to 2019 was carried out. 92.8% of them had malignant neoplasms of the esophagogastric junction. Proximal gastric resection (PRG) was performed using isoperistaltic jejunogastroplasty (modified by Merendino-Dillard) (50 patients — Group I or main) and standard PRG with direct esophagogastric anastomosis (47 patients — Group II or control group).

The closest results in the main group compared with the control group did not have significant differences: blood loss was  $410 \pm 16$  and  $360 \pm 13$  ml; the duration of stay (bed-days) in the ICU — 0.9 days. and 2.2 days, in the hospital — 10.1 days. and 13.4 days. respectively. Complications developed in 25 patients (25.8%): in group I there were 13 (26.0%), in group II — 12 (25.5%), while the frequency of complications associated with surgery (surgical) was 8 (16.0%) and 7 cases (14.9%), respectively ( $p > 0.05$ ). Postoperative complications of the long-term period (after 12 months) associated with the reconstruction of the gastrointestinal tract were noted in 18 (20.9%) patients: with a direct esophageal-gastric anastomosis — in 13 (31.0%) versus 5 (11.3%) during reconstruction of the gastrointestinal tract with jejunogastroplasty modified by Merendino-Dillard, while the frequency of reflux esophagitis was observed in group I — in 2 (4.5%) and in group II — in 6 (14.3%) cases ( $p < 0.05$ ). The indicator of good health in the main group was 72.7%, in the control — 47.8% ( $p < 0.01$ ).

**Тишакова Виктория Эдуардовна**

Врач-хирург, Центр хирургии филиала  
№ 1 ФГБУ «Главный военный клинический  
госпиталь им. академика Н.Н. Бурденко» МО  
РФ (Москва); соискатель, ФГБУ «Национальный  
медицинский исследовательский центр хирургии  
им. А.В. Вишневского» Минздрава России  
tishakova21@gmail.com

**Ручкин Дмитрий Валерьевич**

Д.м.н., ФГБУ «Национальный медицинский  
исследовательский центр хирургии  
им. А.В. Вишневского» Минздрава России (Москва)  
ruchkindmitry@gmail.com

**Грицкевич Александр Анатольевич**

Д.м.н., профессор, ФГБУ «Национальный  
медицинский исследовательский центр хирургии  
им. А.В. Вишневского» Минздрава России (Москва);  
Российский университет дружбы народов (Москва)  
vishnevskogo@ixv.ru

**Ефименко Николай Алексеевич**

Член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор,  
хирург-консультант, Центр хирургии филиала № 1  
ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь  
им. академика Н.Н. Бурденко» МО РФ Москва)  
chiefsurgeon@mail.ru

*Аннотация.* В статье отражены результаты исследования, целью которых было оценить эффективность и доказать целесообразность применения изоперистальтической еюногастропластики (модификация операции Merendino-Dillard) в качестве способа первичной реконструкции после субтотальной проксимальной резекции желудка.

Проведен анализ результатов лечения 97 пациентов, оперированных по поводу хирургических заболеваний кардиального отдела желудка в период с 2011 по 2019 гг. Злокачественные новообразования пищевода-но-желудочного перехода имели 92,8% из них. Выполняли проксимальную резекцию желудка (ПРЖ) с применением изоперистальтической еюногастропластики (в модификации Merendino-Dillard) (50 больных — I-я группа или основная) и стандартную ПРЖ с прямым эзофагогастроанастомозом (47 больных — II-я группа или контрольная группа).

Ближайшие результаты в основной группе по сравнению с контрольной не имели достоверных различий: кровопотеря составила  $410 \pm 16$  и  $360 \pm 13$  мл; длительность нахождения (койко-дней) в ОРИТ — 0,9 сут. и 2,2 сут., в стационаре — 10,1 сут. и 13,4 сут. соответственно. Осложнения развились у 25 пациентов (25,8%): в I-й группе их было 13 (26,0%), во II-й — 12 (25,5%), при этом частота осложнений, связанных с опера-

The safety and physiological effectiveness of isoperistaltic jejunogastroplasty (a modification of the Merendino-Dillard operation) make it the method of choice after subtotal proximal gastrectomy.

*Keywords:* stoma cancer, proximal resection of the stomach, reconstruction with proximal resection of the stomach.

тивным вмешательством (хирургических) составила 8 (16,0%) и 7 случаев (14,9%) соответственно ( $p > 0,05$ ). Послеоперационные осложнения отдаленного периода (через 12 мес.), связанные с реконструкцией ЖКТ, отмечены у 18 (20,9%) пациентов: при прямом пищеводно-желудочном анастомозе — у 13 (31,0%) против 5 (11,3%) при реконструкции ЖКТ еюногастропластикой в модификации Merendino-Dillard, при этом частота рефлюкс-эзофагита наблюдалась в I-й группе — в 2 (4,5%) и во II-й — в 6 (14,3%) случаях ( $p < 0,05$ ). Показатель хорошего самочувствия пациентов основной группы составил 72,7%, контрольной — 47,8% ( $p < 0,01$ ).

Безопасность и физиологическая эффективность изоперистальтической еюногастропластики (модификация операции Merendino-Dillard) позволяют считать её способом выбора после субтотальной проксимальной резекции желудка.

*Ключевые слова:* рак желудка, проксимальная резекция желудка, реконструкция при проксимальной резекции желудка.

## Введение

**В**ажность изучения оперативных вмешательств на желудке в рамках междисциплинарного взаимодействия хирургов и онкологов обусловлена принципиальными изменениями, которые произошли в хирургии желудка за последние десятилетия. Эти тенденции имеют объективные причины, связанные с широким диапазоном операций и нерешенностью оптимального выбора метода хирургического лечения при различных заболеваниях желудка [1–5].

Хирургическое лечение заболеваний пищеводно-желудочного перехода является трудной и одной из важных областей торакоабдоминальной хирургии. И это при том, что на фоне снижения общей заболеваемости раком желудка, несмотря на совершенствование методов диагностики, отмечается постепенный и стойкий рост заболеваемости раком проксимальных его отделов, достигающим от 10 до 30% среди всех других локализаций [6–12].

Частота и выраженность постгастрорезекционных осложнений зависит от метода резекции желудка и способа формирования желудочно-кишечного анастомоза [13–16].

Сегодня продолжает привлекать внимание хирургов операция, разработанная еще в 1955 г. Merendino и Dillard, суть которой состоит в интерпозиции сегмента тощей кишки в зоне пищеводно-желудочного перехода. Основной идеей, заложенной в это вмешательство, было создание изоперистальтического кишечного «клапана», надежно препятствующего гастроэзофагальному рефлюксу [17].

## Цель исследования

Цель настоящего исследования — доказать эффективность и целесообразность применения изоперистальтической еюногастропластики (модификация операции Merendino-Dillard) в качестве способа первичной реконструкции после субтотальной проксимальной резекции желудка.

## Материал и методы

Проведен сравнительный анализ результатов лечения 97 пациентов, оперированных в ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава РФ (50 больных), а также филиале № 1 ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны РФ и ФГКУ «ЦВКГ им. П.В. Мандрыка» МО РФ (47 больных) за период с 2011 по 2019 гг.

Выполняли проксимальную резекцию желудка (ПРЖ) с применением изоперистальтической еюногастропластики (в модификации Merendino-Dillard) (50 больных — I-я группа или основная) (рис. 1) и стандартную ПРЖ с прямым эзофагогастроанастомозом (47 больных — II-я группа или контрольная группа) (рис. 2).

В анализируемых группах было 61,9% мужчин и 38,1% женщин. Возраст пациентов варьировал в пределах от 48 до 77 лет. Средний возраст в I-й группе составил  $53,6 \pm 2,6$ , во II-й —  $52,9 \pm 2,7$  года.

Рак пищеводно-желудочного перехода выявлен у 90 (92,8%) пациентов; в I-й группе у 46 (92,0%), во II-й — у 44 (93,6%). Чаще всего оперативному лечению подвергались пациенты с ранним раком (pT1a-b; T<sub>1</sub>N<sub>1-2</sub>M<sub>0</sub>) — 81 (90%): в I-й группе — 41 (89,1%) пациент, во II-й — 40 (90,9%) пациентов.

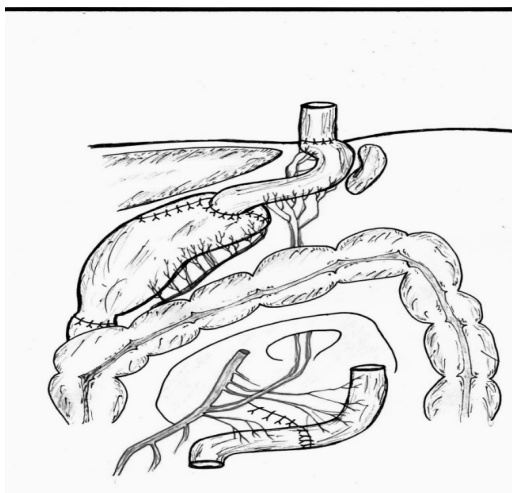


Рис. 1. Изоперистальтическая еюногастропластика в модификации Merendino-Dillard (схема)

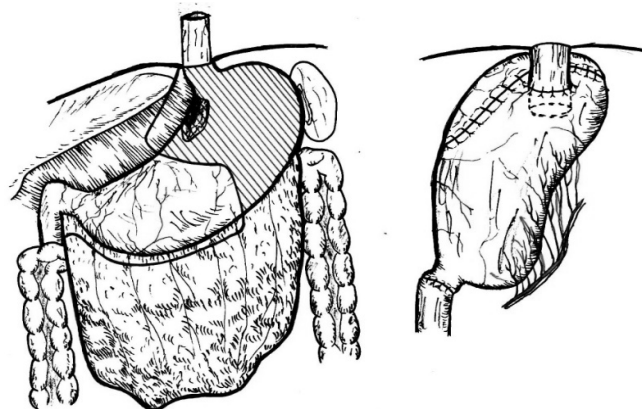


Рис. 2. Прямой пищеводно-желудочный анастомоз после ПРЖ (схема)

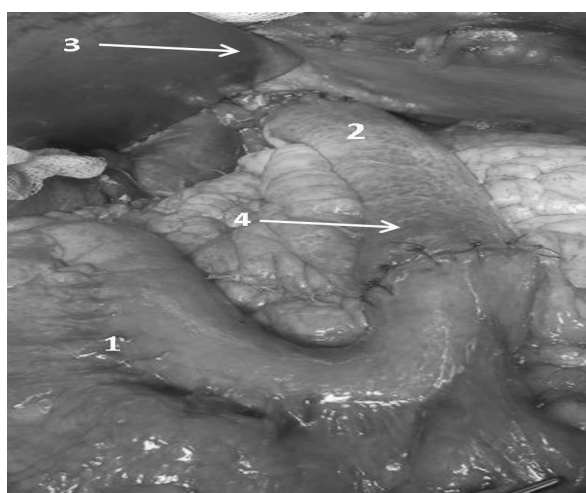


Рис. 3. Еюногастропластика в модификации Merendino-Dillard: 1 — желудочная трубка; 2 — изоперистальтический сегмент тонкой кишки; 3 — эзофагоеюноанастомоз; 4 — гастроеюноанастомоз

По локорегионарной и отдаленной распространенности опухолевого процесса, а также по тяжести и частоте сопутствующих заболеваний в группах, статистически значимых различий не получено ( $p > 0,05$ ).

Методика изоперистальтической еюногастропластики (модификация Merendino-Dillard) после субтотальной проксимальной резекции желудка

После мобилизации проксимального отдела желудка и абдоминального отдела пищевода, выполняли резекцию желудка и абдоминального отдела пищевода с использованием антирефлюксной вставки из петли

тощей кишки на сосудистой ножке, между пищеводом и дистальной частью резецированного желудка.

При выборе кишечного трансплантата использовали начальную часть тощей кишки, начиная примерно на 15–20 см дистальнее связки Трейца с питанием на 3-ей или 4-й кишечной артерии. При формировании трансплантата, пересечение брыжейки и сосудистых дуг проводили всегда под контролем зрения, используя трансиллюминацию. После создания тонкокишечного сегмента его перемещали в верхний этаж брюшной полости через сформированное «окно» в мезоколон, не допуская осевого перекрута питающей ножки и со-

Таблица 1. Непосредственные результаты проксимальной резекции желудка

Критерии	Гастропластика в модификации Merendino-Dillard (I-я группа, n=50)	Прямой пищеводно-желудочный анастомоз (II-я группа, n=47)	Всего (n=97)
Продолжительность операции, мин	318±11	264±10	291±10
Объем кровопотери, мл	410±16	360±13	385±14
Койко-дни в ОРИТ, сутки	0,9	2,2	1,6
Койко-дни в стационаре, сутки	10,1	13,4	11,8
Частота осложнений, абс/%	13/26,0	12/25,5	25/25,8
Частота осложнений, связанных с операцией, абс/%	8/16,0	7/14,9	15/15,5
Летальность, абс/%	-	1/2,1	1/1,0

храняя его изоперистальтическую направленность. Завершали ЕПП последовательным формированием трех дигестивных соустьев:

1. межкишечного еюноэюноанастомоза;
2. еюногастроанастомоза;
3. эзофагоэюноанастомоза. Такая последовательность позволяла получить дополнительное время для оценки жизнеспособности уже перемещенного выше мезоколон трансплантата, заметить концевой некроз или гематому (рис. 3).

## Результаты

Для оценки непосредственных результатов хирургических вмешательств использовали такие показатели, как длительность оперативного вмешательства, объем интраоперационной кровопотери, время нахождения в палате интенсивной терапии и в стационаре, частота послеоперационных осложнений и летальности (табл. 1).

Существенно значимой оказалась разница в группах лишь по продолжительности операции — более длительной (на 54±2,6 мин.) в I-й группе пациентов ( $p<0,05$ ). По остальным сравниваемым показателям результаты достоверных различий не имели ( $p>0,05$ ).

Осложнения развились у 25 (25,8%) пациентов: в I-й группе их было 13 (26,0%), во II-й — 12 (25,5%).

Частота общесоматических осложнений составила в общей популяции 10 (10,3%) случаев: в I-й группе пневмония была в 4 случаях, пароксизмальная мерцательная аритмия — в 1; во II-й группе — пневмонии были в 3 случаях, нестабильная стенокардия у пациента с обострением хронической сердечной недостаточности — в 1, пароксизмальная мерцательная аритмия — в 1.

Что же касается осложнений, связанных с оперативным вмешательством, то они установлены у 15

(15,5%) пациентов: в I-й группе — у 8 (16,0%), во II-й — у 7 (14,9%). Из них наиболее клинически значимыми оказалась несостоятельность различных вариантов анастомозов, которая наблюдалась у 4 (4,1%) пациентов: в I-й группе — у 2 (4,0%) пациентов была выявлена несостоятельность пищеводно-кишечного анастомоза (трансплантата); во II-й группе — у 2 (4,3%) — несостоятельность пищеводно-желудочного анастомоза.

Несостоятельность анастомозов была ликвидирована при использовании следующего лечебного алгоритма: адекватное дренирование зоны несостоятельности (в зависимости от уровня недостаточности) с помощью дренажа, установленного во время операции или под УЗ-контролем с последующей вакуум-аспирацией или проточно-аспирационным дренированием, проведение интенсивной терапии, обеспечение внутривенной и зондовой алиментарной поддержки. Частичные дефекты соустья зажили и пациентов выписали из стационара с возможностью полноценного питания через рот.

Послеоперационная летальность составила 1,03%: после ПРЖ с «прямым» пищеводно-желудочным анастомозом (контрольная группа) умер 1 (2,12%) пациент с нестабильной стенокардией, вследствие обострения хронической сердечной недостаточности, при этом на аутопсии каких-либо осложнений, связанных с оперативным лечением не выявлено. Летальных исходов среди пациентов основной группы не было.

В отдалённом периоде сроки наблюдения находились в интервале от 3 мес. до 3 лет, составив в среднем 28,3±2,2 мес. в I-й группе пациентов и 27,2±1,8 мес. во II-й группе.

Через 12 мес. после операции нам удалось проследить за 44 пациентами из 1-й группы и за 42 из 2-й. Через 24 мес. и более — за 34 пациентами из 1-й группы и 30 из 2-й соответственно.

Таблица 2. Характеристика питательного статуса после проксимальной резекции желудка, в зависимости от характера реконструкции желудочно-кишечного тракта (через 24 мес. и более, абс./%)

Критерии	Проксимальная резекция желудка		
		Гастропластика в модификации Merendino-Dillard (I-я группа, n=34)	Прямой пищеводно-желудочный анастомоз (II-я группа, n=30)
Режим питания (раз в день)	3–4	23/67,6	11/36,7
	5–6	9/26,5	12/40,0
	7 и более	2/5,9	7/23,3
Динамика массы тела	При выписке	90,7	89,7
	Через 24 мес.	109,9	96,9
Частота стула в день	1–2	30/88,2	23/76,7
	диарея	4/11,8	7/23,3

Примечание: за 100% принимали массу тела до операции, число меньше 100% — отрицательная динамика веса, больше 100% — прибавка.

Таблица 3. Послеоперационные осложнения отдаленного периода, абс./%

Временные параметры	Проксимальная резекция желудка	
	Гастропластика в модификации Merendino-Dillard (I-я группа, n=44)	Прямой пищеводно-желудочный анастомоз (II-я группа, n=42)
Рефлюкс-эзофагит	2/4,5	6/14,3
Стриктура или рубцовый стеноз зоны анастомоза	-	1/2,4
Демпинг — синдром	1/2,3	2/4,8
Эрозивно-язвенный анастомозит пищеводно-кишечного соустья	2/4,5	-
Эрозивно-язвенный анастомозит пищеводно-желудочного соустья	-	4/9,5
Всего	5/11,3	13/31,0

Таблица 4. Отдаленные результаты операций шкале Visick,%

Результат (самочувствие)	Проксимальная резекция желудка	
	Гастропластика в модификации Merendino-Dillard (I-я группа, n=44)	Прямой пищеводно-желудочный анастомоз (II-я группа, n=42)
Хорошее	72,7	47,8
Удовлетворительное	19,2	34,3
Плохое	8,1	17,3

Для объективной оценки функциональных исходов различных методов реконструкции, проанализированы изменения питательного статуса и веса в сравнении с весом при выписке из стационара (табл. 2).

Следует отметить, что через 2 года и более в I-й группе более 6 раз сутки питались 5,9% пациентов, тогда как во II-й 23,3% ( $p < 0,05$ ). При этом 67,6% пациентов I-й группы и 36,7% II группы вернулись к прежнему

(как до болезни) режиму питания — 3–4 раза в сутки ( $p < 0,05$ ).

При изучении динамики массы тела после 24 месяцев во II-й группе средний вес пациентов так же не превысил дооперационные показатели ( $95,9 \pm 0,25\%$ ), в то время как в I-й отмечено увеличение среднего веса, составившего  $109,9 \pm 0,13\%$ , разница статистически достоверна по отношению ко II-й группе ( $p < 0,05$ ).

Послеоперационные осложнения отдаленного периода наблюдались у 18 (20,9%) пациентов (табл. 3).

При этом поздние осложнения, связанные с реконструкцией ЖКТ, были значительно выше при прямом пищеводно-желудочном анастомозе — 31,0% против 11,3% при реконструкции юногастропластикой в модификации Merendino-Dillard ( $p < 0,05$ ).

Как известно, ПРЖ сопровождается разрушением замыкательного механизма кардиоэзофагеальной зоны, что неизбежно приводит к развитию *рефлюкс-эзофагита*. В наших исследованиях частота рефлюкс-эзофагита наблюдалась в 8 (9,3%) случаях: в I-й группе — в 2 (4,5%) и во II-й — в 6 (14,3%) ( $p < 0,05$ ).

При ЭГДС эзофагит степени А (в соответствии с Лос-Анджелесской классификацией) чаще встречался в группе пациентов с гастропластикой в модификации Merendino-Dillard, а эзофагит более тяжёлых степеней (В и С) — в группе с «прямым» пищеводно-желудочным анастомозом ( $p < 0,01$ ).

Следующим по частоте и важности осложнением отдаленного периода являлся *эрозивно-язвенный анастомозит*, выявленный у 6 (7,0%) пациентов. При этом эрозивно-язвенный анастомозит пищеводно-кишечного соустья установлен у 2 (4,5%) пациентов I группы, а эрозивно-язвенный анастомозит пищеводно-желудочного соустья (II-я группа) — у 4 (9,5%). Ни в одном из осложнений отдалённого периода не потребовалось хирургической коррекции, все они были ликвидированы консервативными мероприятиями. Средняя длительность консервативного лечения составляла  $9,9 \pm 1,2$  дней.

Отдаленный результат операций оценивали и по трёхбалльной модифицированной шкале Visick, в которой учитываются самочувствие пациентов, ди-

намика их питательного статуса, наличие тех или иных пищеварительных расстройств (табл. 4), при этом получена статистически достоверная разница в показателях хорошего самочувствия в сравниваемых группах: с гастропластикой в модификации Merendino-Dillard (72,7%) и «прямого» пищеводно-желудочного анастомоза (47,8%) ( $p < 0,01$ ).

Полученные результаты дают нам основание говорить о том, что после ПРЖ с гастропластикой в модификации Merendino-Dillard, отдаленный послеоперационный период протекает гораздо благоприятнее, чем после ПРЖ с наложением прямого пищеводно-желудочного анастомоза.

### Заключение

Проведенные исследования показали, что еюногастропластика в модифицированном варианте операции Merendino-Dillard,

в сравнении с прямым эзофагогастроанастомозом после проксимальной резекции желудка, практически не имеет противопоказаний, является безопасной хирургической методикой, не увеличивает кровопотерю и не сопровождается в ближайшем послеоперационном периоде ростом частоты хирургических осложнений и летальности.

В отдалённом периоде еюногастропластика (модификация операции Merendino-Dillard) приводит к существенно меньшим нарушениям работы пищеварительной системы (в 12,0% случаев), по сравнению с эзофаго-гастростомией (в 30,0%), значительному снижению (в 3,2 раза) послеоперационного рефлюкс-эзофагита и может быть рекомендована в качестве первичного способа реконструкции после субтотальной проксимальной резекции желудка.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Черноусов А.Ф., Хоробрых Т.В., Богопольский П.М. Хирургия язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. М.: Практическая медицина. 2016; 352 с.
2. Стилиди И.С. Неред С.Н. Современные представления об основных принципах хирургического лечения местно-распространенного рака желудка. Практическая онкология. 2009; 10(1): 20–27.
3. Каприн А.Д., Рухадзе Г.О., Костюк И.П., Шинкаркина А.П., Мозеров С.А., Двинских Н.Ю. Случай лечения гигантской гастроинтестинальной стромальной опухоли желудка с метастазом в серозной оболочке тонкой кишки. Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2017а; 6(2): 45–50. doi: 10.17116/onkolog20176245–50
4. Каприн А.Д., Сулейманов Э.А., Филоненко Е.В., Хомяков В.М., Урлова А.Н. Паллиативная хирургия в сочетании с интраоперационной фотодинамической терапией у больных раком желудка. Паллиативная медицина и реабилитация. 2017; 4: 30–31.
5. Черноусов А., Хоробрых Т., Зубарева М., Вычужанин Д., Горбунов А., Абдулхакимов Н., Уддин Л., Хоробрых В., Гельмутдинова Э. Актуальные проблемы хирургического лечения постгастрорезекционных синдромов. Врач. 2019; 6: 3–9. doi: 10.29296/25877305–2019–06–01
6. Fujitani K., Yang H.K., Mizusawa J., Kim Y.W., Terashima M., Han S.U., Iwasaki Y., Hyung W.J., Takagane A., Park D.J., Yoshikawa T., Hahn S., Nakamura K., Park C.H., Kurokawa Y., Bang Y.J., Park B.J., Sasako M., Tsujinaka T; REGATTA study investigators. Gastrectomy plus chemotherapy versus chemotherapy alone

- for advanced gastric cancer with a single non-curable factor (REGATTA): a phase 3, randomised controlled trial. *Lancet Oncol.* 2016 Mar; 17(3): 309–318. doi: 10.1016/S1470–2045(15)00553–7.
7. Fujitani K., Yang H.K., Mizusawa J., Kim Y.W., Terashima M., Han S.U., Iwasaki Y., Hyung W.J., Takagane A., Park D.J., Yoshikawa T., Hahn S., Nakamura K., Park C.H., Kurokawa Y., Bang Y.J., Park B.J., Sasako M., Tsujinaka T; REGATTA study investigators. Gastrectomy plus chemotherapy versus chemotherapy alone for advanced gastric cancer with a single non-curable factor (REGATTA): a phase 3, randomised controlled trial. *Lancet Oncol.* 2016 Mar; 17(3): 309–318. doi: 10.1016/S1470–2045(15)00553–7.
  8. Максимов М.О., Тузиков С.А., Стрижаков Г.Н., Родионов Е.О. Результаты лечения проксимального рака желудка в зависимости от объема хирургического вмешательства. *Сибирский онкологический журнал.* 2017; 16 (5): 5–11. DOI: 10.21294/1814–4861–2017–16–5–5–11
  9. Bang C.S., Park J.M., Baik G.H., Park J.J., Joo M.K., Jang J.Y., Jeon S.W., Choi S.C., Sung J.K., Cho K.B. Therapeutic Outcomes of Endoscopic Resection of Early Gastric Cancer with Undifferentiated-Type Histology: A Korean ESD Registry Database Analysis. *Clin Endosc.* 2017 Nov; 50(6): 569–577. doi: 10.5946/ce.2017.017.
  10. Haverkamp L., Seesing M.F., Ruurda J.P., Boone J., Hillegersberg R.V. Worldwide trends in surgical techniques in the treatment of esophageal and gastroesophageal junction cancer. *Dis Esophagus.* 2017 Jan 1; 30(1):1–7. doi: 10.1111/dote.12480.
  11. Домрачев С.А., Израилов Р.Е., Кучер С.А. Минимально инвазивная хирургия при кардиоэзофагеальном раке. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена.* 2019; 1: 57–62.
  12. Израилов Р.Е., Поморцев Б.А., Васнев О.С., Кошкин М.А., Хатьков И.Е. Технические аспекты выполнения лапароскопической расширенной гастрэктомии у больных «истинным» кардиоэзофагеальным раком. *Эндоскопическая хирургия.* 2019; 25(3): 31–36. <https://doi.org/10.17116/endoskop20192503127>
  13. Mizrahi M., Almogy G., Adar T., Lysy J. Dumping syndrome following nissen fundoplication in an adult patient diagnosed by continuous online 13C/12C monitoring of C-Octanoic acid breath test “a case report”. *ВМС Gastroenterol.* 2011 Sep 19; 11: 98.
  14. Корочанская Н.В., Генрих С.Р., Буложенко Н.А., Басенко М.А. Функциональные нарушения моторной активности тонкой кишки у пациентов с демпинг-синдромом. *Вестник хирургической гастроэнтерологии.* 2016; 6: 26–34.
  15. Куртсеитов Н.Э., Дамбаев Г.Ц., Кошель А.П. Оригинальная тактика ведения больных с болезнью оперированного желудка. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии.* 2017; 1(60): 57–62. doi: 10.17223/1814147/60/08
  16. Диомидова В.Н., Виноградова В.С. Ультразвуковая диагностика патологии оперированного желудка. *Практическая медицина.* 2018; 1(112): 86–89.
  17. Merendino K.A., Dillard D.H. The concept of sphincter substitution by an interposed jejunal segment for anatomic and physiologic abnormalities at the esophagogastric junction; with special reference to reflux esophagitis, cardiospasm and esophageal varices. *Ann Surg.* 1955 Sep; 142(3): 486–506. doi: 10.1097/0000658–195509000–00015.



DOI 10.37882/2223–2966.2021.11.36

## ВЛИЯНИЕ МЕНСТРУАЛЬНОЙ И РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИЙ НА РАЗВИТИЕ ПРОЛАПСА ТАЗОВЫХ ОРГАНОВ

### INFLUENCE OF MENSTRUAL AND REPRODUCTIVE FUNCTIONS ON THE DEVELOPMENT OF PELVIC ORGAN PROLAPSE

**A. Ustyuzhina  
S. Pakhomov  
O. Altukhova**

*Summary.* Pelvic organ prolapse is a common problem in modern healthcare. Despite the fact that the prolapse of the pelvic organs has a long history, until now there is no consensus regarding the etiology and pathogenesis of the disease, and until now, the prolapse of the pelvic organs is considered as a polyetiological disease. Every year all over the world there is an increase in the incidence of genital prolapse in women. Pelvic floor diseases can lead to many adverse consequences in a woman's daily life.

*Keywords:* pelvic organ prolapse, women, pelvic floor disorders.

**Устюжина Александра Сергеевна**

Врач акушер-гинеколог, ОГБУЗ БОКБ Святителя

Иоасафа, г. Белгород

*alexandrashevchenko@yandex.ru*

**Пахомов Сергей Петрович**

Д.м.н., профессор, НИУ «Белгородский

Государственный Университет», г. Белгород

*pachomw@yandex.ru*

**Алтухова Оксана Борисовна**

Д.м.н., ОГБУЗ БОКБ Святителя Иоасафа, г. Белгород

*kristalinka@yandex.ru*

*Аннотация.* Пролапс тазовых органов — распространенная проблема в современном здравоохранении. Несмотря на то, что пролапс тазовых органов имеет давнюю историю, до настоящего момента не сложилось единого мнения относительно этиологии и патогенеза заболевания, и до сих пор пролапс тазовых органов рассматривается как полиэтиологическое заболевание. С каждым годом во всем мире наблюдается рост заболеваемости пролапсом гениталий у женщин. Заболевания тазового дна могут привести к множеству неблагоприятных последствий в повседневной жизни женщины.

*Ключевые слова:* пролапс тазовых органов, опущение и выпадение матки и стенок влагалища, пролапс гениталий.

**П**ролапс тазовых органов — важная проблема современного здравоохранения. По оценкам Maxwell M. и соавт., от пролапса тазовых органов страдают 41–50% женщин в возрасте старше 40 лет [5]. По данным опроса Milsom I. и соавт., более 40% женщин в возрасте 70 лет и старше страдают от ПТО [6].

В высокоразвитых странах установленным фактором риска для ПТО является пожилой возраст [1], беременность и вагинальные роды, ожирение [2]. По данным исследования Women's Health Initiative Hendrix существует значительная связь между ИМТ и ПТО у женщин с избыточной массой тела (ИМТ 25–30 кг / м<sup>2</sup>) и у женщин с ожирением (ИМТ > 30 кг / м<sup>2</sup>) [7].

Считается, что роды через естественные родовые пути, а также травмы родовых путей повышают риск развития пролапса тазовых органов у женщин. В исследованиях, проведенных среди женщин в возрасте 40 лет или старше, родоразрешение через естественные родовые пути увеличивало вероятность ПТО, при этом родоразрешение путем кесарева сечения не было связано с ПТО [3]. В работе Leeman L., посвященной

изучению влияния травм промежности на пролапс тазовых органов, у группы женщин с глубокой травмой промежности была выявлена более слабая сила мышц тазового дна по сравнению с женщинами с поверхностными травмами [4].

Задачей нашего исследования явилось изучение социально-биологических характеристик, а также особенностей менструальной и репродуктивной функций у женщин с пролапсом тазовых органов. Исследование проводилось в гинекологическом отделении ОГБУЗ БОКБ Святителя Иоасафа г. Белгорода.

Всего было исследовано 135 женщин: 91 женщина с признаками пролапса тазовых органов и 44 женщины без признаков пролапса. Средний возраст женщин, входящих в исследование, составил 62,21 ± 8,31 год.

Нами были проанализированы социально-биологические характеристики женщин, такие как возраст, весо-ростовой показатель, индекс массы тела (ИМТ), возраст начала половой жизни, число половых партнеров. Женщины, которые вошли в основную груп-

пу, имели большую массу тела ( $75,588 \pm 13,57$  кг) по сравнению с пациентами контрольной группы ( $69,04 \pm 11,57$  кг,  $p < 0,05$ ), более низкий рост ( $162,15 \pm 5,74$  см и  $167,11 \pm 4,26$  см,  $p < 0,05$ ). При этом ИМТ в основной группе составил  $28,75 \pm 4,32$ , в контрольной группе этот показатель был ниже и составил  $24,72 \pm 3,17$ ,  $p < 0,05$ .

Возраст начала половой жизни может указывать на продолжительность периода реализации сексуальной функции. Было установлено, что средний возраст начала половой жизни у женщин основной группы был выше ( $20,50 \pm 2,53$  лет,  $p < 0,05$ ) по сравнению с женщинами контрольной группы ( $19,50 \pm 1,66$  лет,  $p < 0,05$ ) на 1 год. Число половых партнеров в течение жизни в обеих группах было одинаково.

Нами были рассмотрены особенности менструальной функции у женщин обеих групп: возраст менархе, продолжительность менструаций и менструального цикла, возраст наступления менопаузы.

Средний возраст менархе у женщин с пролапсом тазовых органов составил 13,9 лет, а у женщин контрольной группы — 13,0 лет ( $p < 0,05$ ). Достоверных отличий в продолжительности менструаций и менструального цикла у представительниц обеих исследуемых групп выявлено не было.

У женщин с признаками пролапса тазовых органов менопауза наступала раньше, чем у здоровых женщин. Возраст наступления менопаузы в основной группе составил  $48,92 \pm 3,32$  лет, в контрольной группе —  $50,48 \pm 4,17$  лет,  $p < 0,05$ .

При изучении репродуктивного анамнеза мы рассматривали следующие показатели: общее количество беременностей, количество медицинских аборт, самопроизвольных выкидышей, замерших беременностей, внематочных беременностей, родов, срок родоразрешения и вес родившихся детей.

Количество беременностей у женщин с признаками пролапса тазовых органов было выше, чем в контрольной группе ( $5,08 \pm 2,65$  против  $3,31 \pm 1,70$ ,  $p < 0,05$ ).

Среднее число родов у женщин с пролапсом тазовых органов составило  $2,06 \pm 0,98$ , в контрольной группе их число было ниже на  $0,52-1,54 \pm 0,76$  ( $p < 0,05$ ). Вес родившихся детей не имел достоверных различий и был сравнительно одинаков ( $3672,66 \pm 444,37$  г и  $3617,20 \pm 354,80$  г).

Обращало на себя внимание большее число абортов на 0,97 у женщин с пролапсом тазовых органов по

сравнению с женщинами контрольной группы ( $2,62 \pm 2,36$  против  $1,65 \pm 1,47$ ,  $p < 0,05$ ).

Изучение числа выкидышей в анамнезе показало, что  $21,98 \pm 4,34\%$  женщин основной группы имели один выкидыш, а в контрольной группе —  $9,09 \pm 4,33\%$  ( $p < 0,05$ ); в основной группе —  $7,69 \pm 2,79\%$  два и более выкидыша в течение жизни; при этом в контрольной группе выкидышей зарегистрировано не было.

Среди женщин основной группы у  $5,49 \pm 2,39\%$  в анамнезе отмечены аномалии родовой деятельности, стремительные роды — у  $5,49 \pm 2,39\%$ ,  $p < 0,05$ , в контрольной группе отягощенное течение родового акта женщинами отмечено не было.

Нами была рассмотрена частота оперативных вмешательств, проводимых в родах, а именно, абдоминального родоразрешения и эпизиотомии.

Частота абдоминального родоразрешения была сравнительно одинакова в обеих группах (у  $4,4 \pm 2,15\%$  женщин основной и  $4,55\% \pm 3,14$  женщин контрольной группы). В  $10,99 \pm 3,28\%$  ( $p < 0,05$ ) случаев у женщин основной группы проводилась эпизиотомия, у здоровых женщин эпизиотомия не выполнялась.

Следующим изучаемым признаком была травматизация родовых путей среди женщин исследованных групп. Установлена высокая частота травматизации родовых путей у женщин с пролапсом тазовых органов. Отсутствие разрывов родовых путей было зафиксировано у  $48,35 \pm 5,24\%$  женщин, а в контрольной группе у  $90,91 \pm 4,33\%$  женщин ( $p < 0,05$ ). Разрывы промежности в предыдущих родах имели место у  $23,08 \pm 4,42\%$  женщин основной группы и у  $4,55 \pm 3,14\%$  контрольной группы ( $p < 0,05$ ). Сочетанные разрывы родовых путей в анамнезе имели место у  $23,08 \pm 4,42\%$  женщин основной группы, в контрольной группе сочетанные разрывы выявлены не были ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, было установлено, что женщины с пролапсом тазовых органов характеризовались более высокой массой тела и меньшим ростом, соответственно, более высоким ИМТ. Средний возраст менархе и начала половой жизни у женщин с пролапсом тазовых органов был выше, а менопауза наступала раньше, чем у здоровых женщин. Группа женщин с пролапсом характеризовалась большим количеством беременностей (в том числе абортов и выкидышей) и большим числом родов в течение жизни. Эпизиотомия у женщин основной группы проводилась в 10 раз чаще, чем у женщин группы контроля. По данным нашего исследования, установлена высокая частота травматизации родовых путей у женщин с пролапсом тазовых органов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Akeel, N.Y. Pelvic floor disorders related to urology and gynecology / N.Y. Akeel, B. Gurland, T. Hull // *Fundamentals of Anorectal Surgery* / eds.: D.E. Beck, S.R. Steele, S.D. Wexner. — 3 ed. — Cham, 2019. — P. 571–582.
2. Belayneh, T. Pelvic organ prolapse in Northwest Ethiopia: a population-based study / T. Belayneh, A. Gebeyehu, M. Adefris [et al.] // *Int. Urogynecol. J.* — 2020. — Vol. 31, № 9. — P. 1873–1881.
3. Hallock, J.L. The epidemiology of pelvic floor disorders and childbirth: an update / J.L. Hallock, V.L. Handa // *Obstet. Gynecol. Clin. North Am.* — 2016. — Vol. 43, № 1. — P. 1–13.
4. Leeman, L. The effect of perineal lacerations on pelvic floor function and anatomy at 6 months postpartum in a prospective cohort of nulliparous women / L. Leeman, R. Rogers, N. Borders [et al.] // *Birth*. — 2016. — Vol. 43, № 4. — P. 293–302.
5. Maxwell, M. Pelvic floor muscle training for women with pelvic organ prolapse: the PROPEL realist evaluation / M. Maxwell, K. Berry, S. Wane [et al.] // *Health Serv. Deliv. Res.* — 2020. — Vol. 8, № 47. — URL: <https://www.journalslibrary.nihr.ac.uk/hsdr/hsdr08470> (date of the application: 25.02.2021).
6. Milsom, I. The prevalence of urinary incontinence / I. Milsom, M. Gyhagen // *Climacteric*. — 2019. — Vol. 22, № 3. — P. 217–222.
7. Ng, K. An observational follow-up study on pelvic floor disorders to 3–5 years after delivery / K. Ng, R.Y.K. Cheung, L.L. Lee [et al.] // *Int. Urogynecol. J.* — 2017. — Vol. 28, № 9. — P. 1393–1399.

© Устюжина Александра Сергеевна (alexandrashevchenko@yandex.ru),

Пахомов Сергей Петрович (rachomw@yandex.ru), Алтухова Оксана Борисовна (kristalinka@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Белгородский Государственный Университет

## ТРУДНОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ РАННЕГО СЕРОНЕГАТИВНОГО СПОНДИЛОАРТРИТА В УСЛОВИЯХ ЭПИДЕМИЧНОЙ ЗОНЫ ПО БРУЦЕЛЛЕЗУ

### DIFFICULTIES OF DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF EARLY SERONEGATIVE SPONDYLOARTHRITIS IN AN ENDEMIC BRUCELLOSIS ZONE

**Yu. Khaidarova  
G. Kurmanova  
B. Seizhanova  
M. Kurmanbekova**

*Summary.* In the last few decades, ideas about seronegative spondyloarthritis (SSPA) have changed significantly and new diagnostic ones have appeared (ASAS, 2009 and 2012) based on two main diagnostic components: the presence of a genetic marker — HLA B27 and sacroiliitis confirmed by MRI or radiography, but as practice shows, the presence of these criteria did not help clinicians in the early diagnosis of SSPA in the endemic brucellosis zone. It is known that with SSPA, the development of bilateral sacroiliitis is more characteristic, but little is known that the same processes can occur in the ileosacral joint and in other diseases, such as chronic brucellosis, which is difficult to differentiate due to the polymorphism of clinical manifestations and the lack of information of specific serological analyses. Early diagnosis and detection of brucellosis in people whose profession is not related to animal husbandry remains a problem. At the same time, a timely diagnosis, as well as adequate therapy, will help to avoid the chronization of the process and the development of long-term disability and disability.

*Keywords:* early seronegative spondyloarthritis, chronic brucellosis, differential diagnosis.

**Хайдарова Юлдуз Мадихановна**

PhD докторант, Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби; врач — ревматолог, Городской Ревматологический центр г. Алматы  
duska\_0801@mail.ru

**Курманова Гаухар Медеубаевна**

Д.м.н., профессор, Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби  
gkurman@mail.ru

**Сейжанова Багжан Бериковна**

PhD докторант, врач — ревматолог, Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби  
ms.bagzhan@mail.ru

**Курманбекова Молдир Бихитовна**

Врач-кардиолог, Клиника «SEMA»  
moldir\_bahutkuzu@mail.ru

*Аннотация.* В последние несколько десятилетий существенно изменились представления о серонегативных спондилоартритах (ССпА) и появились новые диагностические (ASAS, 2009 и 2012), основанные на двух основных диагностических составляющих: наличии генетического маркера — HLA B27 и сакроилеита, подтвержденного с помощью МРТ или рентгенографии, но как показывает практика наличие и этих критериев не помогло клиницистам в ранней диагностике ССпА в эндемичной зоне по бруцеллезу. Известно, что при ССпА более характерно развития двухстороннего сакроилеита, но мало известно, что такие же процессы могут возникать в илеосакральном сочленении и в других заболеваниях, таких как хронический бруцеллез, который тяжело дифференцировать из-за полиморфизма клинических проявлениях и малоинформативности специфических серологических анализов. Остается проблемой ранняя диагностика и выявление бруцеллеза у людей, профессия которых не связан животноводством. В то же время своевременно поставленный диагноз, а также адекватная терапия позволят избежать хронизацию процесса и развитию длительной потери трудоспособности и инвалидности.

*Ключевые слова:* ранний серонегативный спондилоартрит, хронический бруцеллез, дифференциальная диагностика.

**Б**руцеллез (лихорадка мальтийская, средиземноморская, гибралтарская, кипрская, ундулирующая, тифомаларийная, болезнь Банга) — зоонозная инфекционная болезнь, вызываемая бактериями, объединенными под общим названием *Brucella*, с высокой потенциальной возможностью перехода в хроническую форму, характеризующейся системным поражением органов и систем с преимущественным

поражением опорно-двигательного аппарата, нервной и половой систем.

Заболеваемость бруцеллезом людей в Республике Казахстан превышает средний показатель заболеваемости в целом по СНГ в 6–8 раз [1]. Социально-экономическая значимость проблемы бруцеллеза определяется особенностями течения данной инфекции с частым

развитием хронических форм у трудоспособного население страны с различными резидуальными осложнениями, приводящей к инвалидности.

Хронический бруцеллез — зоонозное инфекционно-аллергическое заболевание, вызываемое бактериями рода *Brucella*, протекающее свыше шести месяцев, характеризуется выраженным полиморфизмом клинических проявлений с преимущественным поражением опорно-двигательной, нервной, мочеполовой и др. систем, склонностью к рецидивирующему течению [14]. Различают 2 формы хронического бруцеллеза согласно клинической классификации (Н.Д. Беклемишев (1957), дополненной К.Б. Курмановой, А.К. Дуйсеновой (2002): первично-хронический бруцеллез (отсутствие острой фазы при хроническом течении болезни) и вторично-хронический бруцеллез (свыше 6 месяцев от дебюта острого начала заболевания). Хронический бруцеллез характеризуется вариабельностью клинических проявлений и рецидивирующим течением.

В условиях Казахстана, который является эпидемической зоной по бруцеллезу, хроническая форма инфекции протекает с симптомами, аналогичными таковым при серонегативных спондилоартропатиях: боли в спине, сакроилеит, периферического несимметричного артрита и/или артралгией, и в около 40% случаев с позитивностью по гену HLA-B27, появляются множественные трудности в дифференциальной диагностике в ранней стадии заболевания [2]. Одним из основных диагностически значимых проявлений СSpA является боль, которая возникает постепенно, локализуется в области ягодиц, может носить перемежающийся характер и иррадиировать в проксимальные отделы бедер. Именно так проявляется сакроилеит и при хроническом бруцеллезе. При СSpA также и при хроническом бруцеллезе, наблюдаются сходные симптомы: боли в спине, одно и двухсторонний сакроилеит, вплоть до анкилозов, несимметричный моно- и полиартриты, явления остеопороза и другие внесуставные симптомы как поражение сердца и глаз. Отмечаются идентичные лабораторные данные — анемия, ускоренная СОЭ, диспротеинемия, негативность по РФ, обнаружение гена HLA B27, но лечение данных пациентов в корне отличается от друг от друга, а диагностическая ошибка приведет к неверной лечебной тактике, которая при применении биологической терапии может стать причиной трагичного исхода.

Своевременная диагностика хронического бруцеллеза является большой проблемой ввиду нескольких причин. Для хронического бруцеллеза характерно полиморфизм клинических проявлений, большой степени очаговой симптоматики, которые могут имитировать различные заболевания, которые требуют

огромные усилия и времени для исключения других состояний. Скудность проявления интоксикационного синдрома и преобладание очаговой симптоматики над симптомами интоксикации затрудняет задачу врача увидеть инфекционную патологию и своевременно отреагировать на заражение бруцеллезом.

### Трудности дифференциальной диагностики с клинической точки зрения

Хронический бруцеллез можно рассматривать как системное инфекционное заболевание связи с очаговыми поражениями со стороны различных органов и систем, так как бруцелла не имеет тропность к определенным клеткам организма и может поражать все клетки организма. Формирование очаговых и системных поражений определяется ответной воспалительной реакцией организма на циркулирующий возбудитель, местной воспалительной реакцией, аллергической перестройкой организма на циркулирующий эндотоксин и возможными аутоиммунными реакциями.

Хроническое течение бруцеллеза патоморфологически характеризуются образованием инфекционно-аллергических гранулём, развитием очаговых экссудативно-пролиферативных процессов в период обострений болезни и последующими рубцовыми и склеротическими изменениями в органах и тканях. В патологический процесс при хроническом бруцеллезе могут вовлекаться любые органы и в любых сочетаниях [1].

Дифференциально-диагностические трудности между SpA и хроническим бруцеллезом возникает из-за схожести поражения костно-суставной системы, вовлечением в процесс патологии глаз (анкилозирующий спондилит) и половых органов (реактивные артриты).

Наиболее часто очаговые поражения хронического бруцеллеза наблюдаются со стороны опорно-двигательного аппарата. Костно-суставные осложнения, возможно, обусловлены генетической предрасположенностью. Получены данные об ассоциации бруцеллезных артритов и сакроилеита с антигеном HLA-B39 [14].

В 1992 году было доказано (Salvarani C et al, 57 пациентов), что наличие антигенов HLA-B39 и HLA-DR4 являются лучшими предикторами воспалительного заболевания шейного отдела позвоночника у пациентов с псориатическим артритом [7]. В 1995 году в Японии было проведено исследование — серологическое HLA-типирование 1 класса у пациентов с анкилозирующим спондилитом (AC) (48), ювенильным ревматоид-

ным артритом (ЮРА) (66) и контрольной группы (210), которое доказал повышение частоты HLA B39 у HLA B27 негативных пациентов с АС и у пациентов с суставной формой ЮРА, который характеризуется высокой заболеваемостью хроническим увеитом, асимметричным артритом, большой степени развитием сакроилеита и имеет схожие клинические проявления с СпА [5,6]. Основываясь патогенетический принцип, суставной синдром при хроническом бруцеллезе представлен в следующих формах [12]:

1. Артралгии нервно-вегетативного происхождения, чаще в крупных суставах и по ходу позвоночника.
2. Реактивные артриты.
3. Инфекционно-метастатические артриты поражения костей и суставов;
4. Системные поражения аутоиммунного генеза.

Артралгия встречается у 42,2–86% больных с диагнозом острый и обострения хронических форм бруцеллеза. Для пациентов с хроническим бруцеллезом характерно полиартронейромиалгии и оссалгии — это когда одновременно болезненные ощущения возникают в суставах, костях, мышцах и нервных окончаниях и зачастую пациенты с хроническим бруцеллезом не могут локализовать боль и им кажется болит везде и всегда. И.Л. Касаткина и Н.Д. Беклемишев (1976) считают, что в основе патогенеза таких состояний лежат нарушения в вегето-сосудистой регуляции (сосудистые спазмы) [12]. Реактивные артриты проявляются в виде олигоартрита и/или полиартрита, чаще поражается мелкие суставы кистей рук, иногда симметричный полиартрит, что затрудняет дифференциальную диагностику с ревматоидным артритом, особенно у РФ позитивных пациентов. Особенность бруцеллезного артрита является летучесть поражения, доброкачественность течения и обратимость патологического процесса при адекватной терапии. Рентгенологические изменения в суставах при этом не определяются. Инфекционно-метастатический артрит протекает более тяжело, чаще в виде моноартрита, с вовлечением в патологический процесс крупных суставов, чаще коленных суставов с образованием вторичного остеоартроза [14].

Встречаемость боли в спине при бруцеллезе колеблется в зависимости от вида бруцеллеза и от вида поражения позвоночника: спондилиты 10,2%, спондилоартрозы — 12,2%, спондилосциты — 5,8%, спондилез — 8,6%, остеохондроз-37,6%, хотя наиболее частым и характерным для бруцеллеза является поражение крестцово-подвздошных сочленений — сакроилеит, который не привлекают внимания врачей в связи с наличием сопутствующих симптомов со стороны мышц, крестцовых и седалищных нервов и сакроилеит при бруцеллезе чаще диагностируется как неврит седалищ-

ного нерва или остеохондроз пояснично-крестцового отдела позвоночника с корешковым синдромом [1]. Сакроилеит при бруцеллезе бывает одно- или двухсторонним и проявляется сильными болями в области крестца, усиливающиеся при движении, особенно при ходьбе и наклоне туловища вперед; в тяжелых случаях больные неподвижно лежат на спине, боясь пошевелиться, чтобы не вызвать усиления болей [1]. Одним из вариантов поражения позвоночника при бруцеллезе может быть развитие остеохондрита или поражение межпозвоночных дисков с последующей деструкцией субхондрального отдела кости, быстрым развитием мощных остеофитов с обызвествлением продольных связок на уровне пораженного диска. Возможно развитие спондилита или спондилоартрита чаще в поясничном отделе позвоночника и реже в шейном отделе, которые клинически проявляются сильными болями при надавливании на остистые отростки позвонков. К типичным при бруцеллезе является поражение акромио-ключичное сочленения [14].

Когда речь идет схожести клинических проявлений и трудности дифференциальной диагностики СпА и хронического бруцеллеза нельзя забывать о внеаксиальных проявлениях СпА, такой как поражения глаз при АС и реактивном артрите, так как при бруцеллезной инфекции также может развиваться разные виды офтальмопатии, что доказывают нижеописанные исследования. В 2006–2008 гг в Перу было проведено проспективное исследование, где оценивалось данные пациентов с января 1980 года по декабрь 2005 года, которым был поставлен диагноз бруцеллез с поражением глаз. Диагноз был поставлен на основании клинических данных, а также агглютинаций и / или положительных результатов посева на *Brucella melitensis*. За 26 лет было обследовано 1551 пациентов с бруцеллезом, среди которых было обнаружено 52 пациента с бруцеллезным поражением глаз. Выявлено, что у 7 (0,7%) из 965 пациентов с острым бруцеллезом и у 45 (7,9%) из 570 пациентов с хроническим бруцеллезом было диагностировано бруцеллезное поражение глаз ( $P < 0,001$ ). Наиболее частой патологией глаз был увеит, который был обнаружен у 43 (82,7%) из 52 пациентов с глазным бруцеллезом. Задний увеит верифицирован у 45,6% пациентов (21) и у 9 пациентов был выявлен панувеит, из них у 8 пациента развилась слепота [11].

Обсуждая данную проблему, хотелось бы продемонстрировать результаты другого интересного исследования, которые проводили офтальмологи во главе профессора Павлюченко А.К. (79 пациентов с АС, Украина), которые выявили поражение глаз на разных этапах течения АС у 29% от общего числа обследованных больных в виде увеита, склерита, кератита, катаракты, глаукомы и конъюнктивита в соотношении 7: 5: 2: 2: 1,

причем с темпами прогрессирования артрита и с поражением отдельных суставов тесно связаны отдельные варианты офтальмопатии, а на выраженность их влияют степень активности заболевания, наличие тендовагинитов и энтезопатий, тяжесть спондилопатии, остеопороз и костно-деструктивные изменения артикулярного аппарата. Во время исследования доказана клинически значимая связь с развитием офтальмопатий с поражением грудино-ключичных сочленений (увеит, кератит, глаукома, катаракта) и пястно-фаланговых и локтевых сочленений (увеит, кератит, глаукома). Авторы рекомендуют оценивать поражения грудино-ключичных сочленений как фактора риска развития офтальмопатий, наличие узурации в костях — как фактора риска тяжелого течения увеита, вовлечение в процесс лучезапястных и локтевых суставов — как предиктора периферического варианта увеита [10]

### Трудности дифференциальной диагностики ССПА и хронического бруцеллеза (лабораторно)

Методы, используемые для лабораторной диагностики бруцеллезной инфекции можно разделить на 3 группы:

1. **Выявление возбудителя заболевания и его растворимых антигенов:** выделение культуры *Bruceella Spp.*, полимеразная цепная реакция (ПЦР)
2. **Определение специфических антител:** пластинчатая реакция агглютинации (реакция Хеддлсона), реакция агглютинации в пробирках (реакция Райта), антиглобулиновая проба Кумбса, реакция пассивной гемагглютинации (РПГА), иммуноферментный анализ (ИФА)
3. **Выявление сенсibilизации организма к бруцеллезным антигенам:** кожно-аллергическая проба Бюрне.

Согласно исследованиям, результаты, используемые для постановки диагноза «бруцеллез», серологических исследований оказались ненадежными. Результат реакций Райта у пациентов с первично-хроническим бруцеллезом 41,5% и вторично-хроническим бруцеллезом 32,7% случаях оказались отрицательными, тогда как результаты реакции Хеддлсона 11,1% случаях стали отрицательными и 4,5% сомнительным при первично-хроническом бруцеллезе, а при вторично-хроническом бруцеллезе 6,5% и 2,7% соответственно. Следует помнить, что при хроническом бруцеллезе имеет место подавление антителообразования и ценность серологических методов снижается. Касательно результатов теста с Роз-бенгал антигеном, обладающий большой чувствительностью, способностью в короткие сроки после заражения выявлять специфические

бруцеллезные антитела, больше половины пациентов (51,3%) с первично-хроническим бруцеллезом и чуть меньше одну треть пациентов (28,6%) с вторично-хроническим бруцеллезом оказались отрицательными. Результаты ИФА на определения бруцеллезных антител были положительными только у 40–50% больных с хроническим бруцеллезом. ИФА на бруцеллез чаще бывает отрицательным, так как иммунный ответ при бруцеллезе происходит по Т клеточного типу, а продуцируемые антитела к бруцеллезу не играют защитную роль и выступают как «свидетель иммунитета», а также имеет место быть «феномен ускользания» от иммунной системы связи особенностями строения бактерии и реакции иммунитета на наличие данного антигена. Только около 2,4–4% пациентов с хроническим бруцеллезом были выделены гемакультура бруцеллы, так как при хронических формах бруцеллеза наблюдается скудность проявления интоксикационного синдрома, нередко отсутствует лихорадочный синдром.

В 2006 году Каральник Б.В. и другие изучили эффективность различных методов диагностики бруцеллеза (115 пациентов): реакции Хаддлсона, Райта, РозБенгал-тест, ИФА с разработанной IgG-тест системой и тест АСЛ (антигенсвязывающие лимфоциты). Анализ показал, что реакция Райта оказалась достоверно ( $P=0,031$ ) менее чувствительной, в 1,3 раза, чем реакция Хаддлсона, и достоверно ( $P=0,013$ ) менее чувствительной, в 1,4 раза, чем РозБенгал тест. Существенных различий между чувствительностью реакции Хаддлсона и РозБенгал теста выявить не удалось ( $P=0,108$ ). Другими словами, у 75% пациентов с бруцеллезом ИФА для определения IgG антител к ЛПС бруцелл был положительным, у 51,7% пациентов с хроническим бруцеллезом реакция Хаддлсона был положительным, тогда как реакция Райта был позитивным только 39,3% пациентов. На этом исследовании выявили, что определение антигенсвязывающих лимфоцитов при диагностике бруцеллеза является более чувствительным тестом, чем тесты определения антител и он позволяет вести ранний контроль эффективности лечения бруцеллеза, так как у переболевших бруцеллезом пациентов результат АСЛ стал отрицательным 9,6 раз чаще чем у пациентов в активной фазе болезни [4].

Учитывая трудности своевременной диагностики хронического бруцеллеза для облегчения верификации диагноза необходимо использовать стандартное определения случая хронического бруцеллеза. Трудность диагностики этих двух состояний еще усугубляется у HLA B27 позитивного пациента. В 1978 году Hodinka et. al. сообщили о положительной связи между наличием антигена HLA-B27 и спондилоартритом при хроническом бруцеллезе, вызванном *B.abortus*. 44% из 27 пациентов с бруцеллезным спондилоартритом имели

HLA B27 позитивный статус. [8], но исследования, проводимое в Турции (78 пациентов с хронический бруцеллезом и 100 человек контрольная группа, 2003 год) показала статистически незначимую связь между костно-суставными проявлениями бруцеллеза с антигеном HLA-B27 [9]

### Стандартное определения случаев хронического бруцеллеза

Известно, что бруцеллез является особо опасной инфекцией (ООИ), так как возбудитель инфекции отличаются высокой *вирулентностью*, устойчивостью их к неспецифическим факторам защиты организма; способность длительно (годами) выживать и даже размножаться внутри иммунокомпетентных клеток (макрофагов); ничтожно малая защитная роль противобруцеллезных антител. В таких случаях разрабатываются стандартное определение случая (СОС) ООИ, которое позволяет своевременно поставить диагноз, начать лечение и провести комплекс эпидмероприятий для предотвращения распространения инфекции.

В случае ООИ стандартное определение случая включает:

- ◆ **подозрение на случай:** наиболее типичные клинические проявления заболевания, охватывающие до 95% всех случаев;
- ◆ **вероятный случай:** наиболее типичный эпиданамнез;
- ◆ **подтвержденный случай:** лабораторно подтвержденный случай.

Для бруцеллезной инфекции отдельно разработаны стандартное определение случая для острого, подострого и хронического форм бруцеллеза. Ниже описаны СОС для хронической формы бруцеллеза (таблица 1).

Медицинский работник, выявивший больного острым/подострым бруцеллезом и первично-хроническим бруцеллезом (первичное и повторное заболевание) или подозрительного на него, подает экстренное извещение (ф. 58/у) [13]. Данный СОС для хронических форм бруцеллеза помогает для верификации диагноза, но учитывая полиморфизм очаговых клинических проявления на фоне ненадежности лабораторных анализов появление трудностей своевременной диагностики и лечения, приводящие к различным видам осложнений является неизбежным.

### Заключение

Пациенты со схожими симптомами раннего СПА и хронического бруцеллеза требуют проведения дифференциальной диагностики во всех случаях волнообразного

лихорадочного синдрома с эпизодами озноба с очаговыми проявлениями хронического бруцеллеза, такие как сакроилеит, артрит, боль в спине, воспаление в мягких тканях (мышцы, связочный аппарат), поражение глаз и другие не патогномичных очаговых проявлениях болезни. Нынешнее время в практике терапевта и в частности ревматолога участились случаи трудности дифференциальной диагностики раннего ССПА и хронических форм бруцеллеза, особенно когда у пациента с хроническим бруцеллезом нет острого периода инфекции с яркими симптомам и интоксикации, лихорадочного синдрома и клинические проявления стертые, имитируя различные другие заболевания, сопровождающиеся суставным, нейромышечным, астено-вегетативным синдромами на фоне волнообразной субфебрильной лихорадки. Важно помнить, что полная демонстрация клинических симптомов в дебюте болезни может отсутствовать и часто требуются месяцы динамического наблюдения за пациентами для установления типичных проявлений классического ССПА и хронического бруцеллеза. Необходим тщательный разбор каждого клинического случая, так как в реальной практике и ревматолога, и терапевта и инфекциониста могут быть данные ошибки, которые могут закончиться крайне печально с развитием устойчивой потери трудоспособности вплоть до летального исхода. Другими причинами развития декомпенсации являются супер- и реинфекция в эндемичных зонах, низкая обращаемость населения за медицинской помощью, плохая организация диспансеризации, отсутствие медицинской реабилитации. Для облегчение дифференциальной диагностики между этими социально значимой патологии необходимо усилить осведомленность о хроническом бруцеллезе среди врачей, кому обычно пациенты обращаются с различными жалобами, чаще всего это врачи общего профиля, ревматологи, невропатологи и другие в зависимости от преобладания очаговой симптоматики. Не мало важно усилить осведомленность врачей офтальмологов о наличии офтальмопатии бруцеллезной этиологии, приводящий к серьезным необратимым осложнениям, которые требуют немедленного реагирования врача в целях предотвращения слепоты в результате серьезного повреждения глаз. Исход и прогноз зависит от своевременной диагностики и корректного подбора лечение заболевания. Необходимо знать, что наличие одного заболевания не исключает присоединения другого: у одного пациента может развиваться и ССПА и хронический бруцеллез, при этом пациенты четко отличают изменения характера и интенсивность боли, присоединения новых ранее отсутствующих симптомов, при этом субъективные жалобы пациента зачастую не совпадает с объективными данными и процесс вовлечен центральная и вегетативная нервная система с широким полиморфизмом клинических проявлениях.



Таблица 1

Подозрение на случай: заболевание более 6 месяцев с лихорадкой или без волнообразного течения и как минимум 2 из нижеперечисленных проявлений:	
Общие симптомы	и/или любые очаговые проявления:
Полиартронейромиалгии, оссалгии	Очаговое поражение суставов и околоуставных тканей — <b>у 70% больных</b> (артриты, пери- и параартрит, сакроилеит, бурситы, тендовагиниты, спондилит, спондилоартрит, спондилодисцит, артроз, остеохондроз, также остеомиелиты.
Вегетативные нарушения (НЦД, дермографизм, нарушения трофики кожи и т.д.)	Поражение нервной системы — <b>у 100% больных</b> (ЦНС — менингит, энцефалит, миелит, диэнцефальный синдром, синдром внутричерепной гипертензии; Периферической нервной системы — невриты, плекситы, ганглиолиты, солитарит, корешковый синдром и пр.; Вегетативной нервной системы- астено-невротический синдром, потливость вегетативного генеза, синдром раздраженной кишки и пр.; психобруцеллез)
Гипергидроз ладоней и стоп и/или потливость	Поражения сердечно-сосудистой система — <b>10–40% больных</b> (миокардиты, перикардит, коронарит, эндокардит, миокардиодистрофия; флебиты и тромбозы)
Лимфаденопатия	Поражения половых органов (орхит, орхоэпидидимит; дисменорея, невынашивание беременности, бесплодие, ЗВП — задержка внутриутробного развития плода).
Гепато- и/или спленомегалия	Нефрит, редко — гломерулонефрит
Эмоциональная лабильность, астено-невротический синдром, депрессия	Увеиты, иридоциклиты
Нарушения памяти, сна, головные боли, головокружения, шум в ушах, синкопальные состояния	Васкулиты (иммунокомплексные)
	Очень редко — пневмония, гепатит, гастрит
<p><b>Вероятный случай:</b> когда у пациента есть симптомы подозрения случая и положительный эпидемиологический анамнез. Эпидемиологические критерии возможного инфицирования бруцеллезом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Профессиональные группы риска:</b> работники животноводческих хозяйств, мясо- и молококомбинатов и других предприятий по переработке продуктов и сырья животного происхождения, убойных пунктов, пунктов стрижки, купки овец, чабаны, пастухи, доярки, зооветспециалисты, персонал лабораторий, работающих с вирулентными культурами;</li> <li>• <b>Употребление пищевых продуктов</b>, полученных от зараженных животных: сырое молоко, молочные продукты, термически плохо обработанное мясо от больных животных. Следует помнить, что заражение могло произойти много месяцев и лет назад. В таких случаях мы можем интерпретировать как «Реинфекция».</li> </ul>	
<p><b>Подтверждение диагноза:</b> клинические проявления, подтвержденные лабораторными тестами.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реакция Хадлсона положительная (+++), резко положительная (++++) ; Реакция Райта титр 1/100 и выше;</li> <li>• ИФА положительная, положительный результат РПГА, реакции Кумбса, РСК (реакция связывания комплимента), АСЛ (диагностическая ценность АСЛ при де- и субкомпенсации — 70–80%, при компенсации — 17%)</li> <li>• Положительная проба Бюрне — следует помнить, что реакция может быть не только локальной (в месте введения аллергена), но и очаговой (реагирует пораженный орган) и/или системной (лихорадка, недомогание и т.п.)</li> <li>• Положительный результат ПЦР (сыворотка крови — диагностическая ценность менее 30%, форменные элементы крови, костный мозг, содержимое бурс, биопат лимфоузлов и т.д.— диагностическая ценность выше)</li> <li>• Положительный результат бактериологического исследования (кровь — 4–17% при условии правильного забора и транспортировки к транспортной среде; другой биоматериал).</li> </ul>	

ЛИТЕРАТУРА

1. Курманова К.Б., Дуйсенова А.К. Бруцеллез. Клинические аспекты, Алматы, 2002 г. — 252 с.
2. МАМУТОВА А.Е. «Особенности течения хронического бруцеллеза в условиях хронической интоксикации солями тяжелых металлов и лечение», диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, 2009 год
3. Шостак Н.А., Правдюк Н.Г., Абельдяев Д.В. «Серонегативные спондилоартропатии — совершенствование подходов к ранней диагностике и лечению», «РМЖ» № 6 от 05.03.2013 г. стр.332:
4. Karalnik B.V., Denisova T.G., Zhunusova G.B., Fedosov S.A., Zhankin A.A., Ospanov K.S., Mizanbaieva S.U. Efficiency of different techniques for antibody determination and testing of antigen-binding lymphocytes in diagnostics of brucellosis. *Medical Immunology (Russia)*. 2006;8(4):567–572. (In Russ.) <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2006-4-567-572>
5. Yamaguchi A, Tsuchiya N, Mitsui H, Shiota M, Ogawa A, Tokunaga K, Yoshinoya S, Juji T, Ito K. Association of HLA-B39 with HLA-B27-negative ankylosing spondylitis and pauciarticular juvenile rheumatoid arthritis in Japanese patients. Evidence for a role of the peptide-anchoring B pocket. *Arthritis Rheum*. 1995 Nov;38(11):1672–7. doi: 10.1002/art.1780381120. PMID: 7488289.
6. Shiozawa S. HLA-B39 and asymmetric arthritis. *Intern Med*. 2000 Jan;39(1):8–9. doi: 10.2169/internalmedicine.39.8. PMID: 10674840.
7. Salvarani C, Macchioni P, Cremonesi T, Mantovani W, Battistel B, Rossi F, Capozzoli N, Baricchi R, Portioli I. The cervical spine in patients with psoriatic arthritis: a clinical, radiological and immunogenetic study. *Ann Rheum Dis*. 1992 Jan;51(1):73–7. doi: 10.1136/ard.51.1.73. PMID: 1540041; PMCID: PMC1004622.
8. Hodinka L, Gomor B, Merétey K, et al. HLA-B27 associated spondyloarthritis in chronic brucellosis. *Lancet*, 1978, 1, 499
9. Ertem GT, Tanyel E, Tulek N, Ulkar GB, Doganci L. Osteoarticular involvement of brucellosis and HLA-B27 antigen frequency in Turkish patients. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*. 2004 Apr;48(4):243–245. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2003.11.003.
10. Павлюченко А.К. Анкилозирующий спондилоартрит и офтальмопатии // Боль. Суставы. Позвоночник — 2012- Т3, № 7
11. Rolando I, Olarte L, Vilchez G, Lluncor M, Otero L, Paris M, Carrillo C, Gotuzzo E. Ocular manifestations associated with brucellosis: a 26-year experience in Peru. *Clin Infect Dis*. 2008 May 1; 46(9):1338–45. doi: 10.1086/529442. PMID: 18419433.
12. Касаткина И.Л., Беклемишева Н.Д. Патогенез поражений суставов при бруцеллёзе, Алма-Ата. — 1976. — 232 с.
13. Клинический протокол диагностики и лечение бруцеллеза № 60 от МЗ РК от 29.03.2019 г.
14. Бруцеллез (клиника, диагностика, лечение, организация медицинской помощи): методическое пособие для врачей инфекционистов и врачей общей практики. — Ставрополь, 2013. — 71 с. УДК 616.98.116–002.151:616–07:616–08

© Хайдарова Юлдуз Мадихановна (duzka\_0801@mail.ru), Курманова Гаухар Медеубаевна (gkurman@mail.ru), Сейжанова Багжан Бериковна (ms.bagzhan@mail.ru), Курманбекова Молдир Бихитовна (moldir\_bahutkuzu@mail.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Алма-Аты

## МАРКЕРЫ ДИСФУНКЦИИ ЭНДОТЕЛИЯ В ПРОГНОЗЕ РАЗВИТИЯ ОРГАННОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У БОЛЬНЫХ С ТЯЖЁЛЫМИ ФОРМАМИ РОЖИ

### MARKERS OF ENDOTHELIAL DYSFUNCTION IN PREDICTING THE DEVELOPMENT OF ORGAN FAILURE IN PATIENTS WITH SEVERE FORMS OF ERYSIPELAS

**I. Khaleev  
Yu. Shapkin  
N. Stekolnikov  
P. Seliverstov**

*Summary.* The dynamics and prognostic significance of the plasma level of free vascular adhesion molecules sICAM-1, sVCAM-1, sE-selectin in patients with severe forms of erysipelas in comparison with the severity of systemic inflammation have been studied. It has been shown, that the levels of sE-selectin (Sp. 80.9%, Se. 51%, cr> 770ng / ml; p <0.05) and sVCAM-1 (Sp. 95.7%, Se. 93.1%, cr> 1398ng / ml p <0.0001) have significantly prognostic. Early determination of the level of these indicators can become a preclinical marker of the development of organ failure.

*Keywords:* sepsis, erysipelas, adhesion molecules, organ failure, endothelial dysfunction.

**Халеев Иван Александрович**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Саратовский  
государственный медицинский университет имени  
В.И. Разумовского» Минздрава России  
khaleev\_64@mail.ru

**Шапкин Юрий Григорьевич**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский  
государственный медицинский университет имени  
В.И. Разумовского» Минздрава России  
shapkinyurii@mail.ru

**Стекольников Николай Юрьевич**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский  
государственный медицинский университет имени  
В.И. Разумовского» Минздрава России  
nymph2008@yandex.ru

**Селиверстов Павел Андреевич**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский  
государственный медицинский университет имени  
В.И. Разумовского» Минздрава России  
seliverstov.pl@yandex.ru

*Аннотация.* В работе изучена динамика и прогностическая значимость плазменного уровня свободных сосудистых молекул адгезии sICAM-1, sVCAM-1, sE-selectin у больных с тяжёлыми формами рожи в сопоставлении с тяжестью системного воспаления. Показано, что при поступлении больного прогностическую значимость имеет уровень sE-selectin (Sp. 80,9%, Se. 51%, cr>770нг/мл; p<0,05) и sVCAM-1 (Sp. 95,7%, Se. 93,1%, cr>1398нг/мл p<0,0001). Раннее определение уровня данных показателей может стать доклиническим маркером развития органических дисфункций.

*Ключевые слова:* сепсис, рожа, молекулы адгезии, органная недостаточность, эндотелиальная дисфункция.

### Актуальность

**Б**ольные с тяжёлыми формами рожи являются одной из наиболее угрожаемых групп по развитию сепсиса среди пациентов с гнойно-некротическими инфекциями мягких тканей [1]. Изменение диагностических критериев сепсиса с принятием постулатов концепции «Сепсис-3» в 2016 году привело в определённой мере к стандартизации постановки диагноза «сепсис» при регистрации у больного органной недостаточности [2]. Своевременная диагностика синдрома органной и полиорганной недостаточности

становится одновременно прямым клиническим указанием на развитие у больного сепсиса. При этом каких-либо изменений во взглядах на патогенетические аспекты развития сепсиса не произошло. Синдром системной воспалительной реакции (ССВР) остается ведущим механизмом системной альтерации и формирования органических недостаточностей, в том числе поздних [3]. Как известно, основной «удар» ССВР за счет цитокинов и эндотоксинов получает сосудистый эндотелий. Именно повреждение эндотелия конкретного органа в конечном итоге является ведущим патоморфологическим субстратом, определяющим тяжесть нарушений

его дисфункции [4]. В настоящее время одним из наиболее чувствительных и достоверных методов оценки эндотелиальной дисфункции является определение уровня сосудистых молекул адгезии [5,6].

Поэтому представляет клинический интерес изучение и оценка динамики плазменного уровня свободных сосудистых молекул адгезии в прогностическом аспекте формирования органических дисфункций у больных с тяжёлыми формами рожи, т.е. оценка прогностической значимости тяжести эндотелиальной дисфункции в развитии хирургического сепсиса у данной категории больных.

### Цель исследования

Изучение прогностической значимости определения тяжести эндотелиальной дисфункции (ЭД) на основании плазменного уровня свободных сосудистых молекул адгезии (ССМА) в ранней диагностике органической недостаточности у больных с тяжёлыми формами рожи нижних конечностей.

### Материалы и методы

В исследование включены 96 человек: группы исследования больных и группы сопоставления (практически здоровые люди) из 20 человек (10 мужчин и 10 женщин) той же возрастной категории. Изучено клиническое течение стрептококковой инфекции и уровень свободных сосудистых молекул адгезии (sICAM-1, sVCAM-1, sE-selectin) у 76 больных, находившихся на стационарном лечении в клинических базах общей хирургии Саратовского государственного медицинского университета 2015 года по 2020 годы.

Сформированы критерии включения: наличие у больного рожи, или некротизирующей стрептококковой инфекции первого уровня с локализацией на нижних конечностях, наличие у больного признаков системной воспалительной реакции или клинико-лабораторных критериев сепсиса. При этом анализ полученных результатов проводили с учетом подходов, отраженных в концепции «Sepsis-3», 2016.

Подобные больные являются самыми «проблемными», поскольку на течение заболевания оказывает влияние множество факторов, таких как сопутствующая патология и фоновая патология, в первую очередь сахарный диабет и расстройства регионарного кровообращения и лимфооттока.

Сформированы критерии исключения: больные, имеющие стрептококковую инфекцию кожи и мягких

тканей отличной локализации, больные старше 80 лет, больные у которых инфекция развилась при наличии злокачественного новообразования, больные с явлениями сердечной недостаточности III стадии и декомпенсированной артериальной недостаточностью нижних конечностей.

Исключение названной категории больных связано с тем, что по данным литературы указанная выше патология изначально характеризуется тяжёлой дисфункцией эндотелия.

Наличие стрептококковой инфекции при эритематозной роже диагностировали клинически, при деструктивных формах проводили забор материала с последующим бактериологическим исследованием.

Оценку эндотелиальной дисфункции проводили путем определения sICAM-1, sVCAM-1, sE-selectin, методом твердофазного иммуноферментного анализа (ELISA) с использованием наборов реактивов (BMS201, BMS232, BMS205) фирмы BenderMedsystems (Австрия). Забор крови осуществляли в следующие сроки: при поступлении; при регистрации утяжеления состояния с развитием органической недостаточности; в ряде случаев диагноз сепсис выставлялся сразу при поступлении, поэтому срок забора крови для определения молекул адгезии совпадал со сроком поступления. Кроме того, у больных, имевших только проявления ССВР, проводили оценку уровня молекул адгезии по купированию явлений системного воспаления. У всех больных с благоприятным исходом оценивали уровень молекул адгезии при выписке.

В группе септических больных сравнительный анализ проводили, ранжировав пациентов по тяжести состояния на основании шкалы SOFA. Необходимо отметить, что все больные, состояние которых оценивалось в 8 и более баллов по шкале SOFA, имели нестабильную гемодинамику и требовали симпатомиметической поддержки, а в 28% (12 больных) органическая дисфункция прогрессировала и регистрировалась клинико-лабораторно уже в стационаре (максимально в течение 4 суток с момента поступления).

Анализ полученных данных проводили в программе Medcalc 11.5. При анализе данных применялись методы непараметрической статистики, в виде медианы, 25-го и 75-го перцентилей (Me [25p;75p]). Сравнительный анализ динамики исследуемых показателей в группе проводили на основе анализа U-критерия Манна-Уитни и дисперсионного анализа повторных измерений. Для оценки прогностически неблагоприятных значений уровня ССМА использовали построение и сравнение ROC-кривых.

Таблица 1. Динамика ССМА группы сравнения в сопоставлении с тяжестью состояния больных

Тяжесть инфекции, (n)	Показатель Me [25p;75p], нг/мл								
	sICAM-1, n			sVCAM-1, n			sE-selectin, n		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ССВР, (45, 30,30)	722 [690; 927]	604 [552; 842]	378* [340; 424]	2050 ** [1946; 2320]	604 ** [630; 888]	402 [360; 530]	501 [450; 576]	230 [190; 274]	78 [82; 112]
SOFA 2–5 баллов (15,15,15)	1270 ** [1024; 1590]	704 [664; 887]	540* [518; 612]	2600 [2404; 2844]	850** [630; 920]	602 [558; 860]	710** [634; 815]	251 [220; 285]	100 [92; 124]
SOFA (6 и более баллов) (15,15,15)	1554 [1247; 1850]	730 [691; 910]	575 [480; 628]	2680 [2484; 2908]	1209 [1054; 1438]*	663 [572; 920]	790 [748; 965]	264 [242; 300]	110 [96; 128] **
(норма), 20	302 [270;330]			324 [290;370]			70 [52;90]		

Примечание: 1 — при поступлении больного у всех больных (или регистрации явлений органной в стационаре дисфункции у больных с сепсисом), 2 — при купировании явлений ССВР (или органной дисфункции), 3 — при выписке; \* — ( $p < 0,05$ ) различия достоверны в подгруппе по отношению к предшествующему измерению; \*\* ( $p < 0,05$ )– различия достоверны по отношению к данным в других подгруппах

## Результаты

Для оценки степени ЭД мы провели ретроспективное ранжирование больных по степени тяжести состояния: ССВР, балами по шкале SOFA. Оценку ЭД в группе сравнения проводили в следующие сроки. На момент поступления регистрировали у всех пациентов (76 человек). Затем по купированию ССВР у всех больных, и по выписке, отражавшей купирование как местного, так и системного воспаления также у всех больных.

Анализ уровня ССМА, представленный данными таблицы, показывает, что у больных с тяжёлыми формами стрептококковой инфекции в момент поступления отмечается значительное повышение плазменного уровня sICAM-1 (от 1,8 до 6 раз превышающее нормальные значения). При этом в группах больных, имевших органную дисфункцию и группе пациентов с ССВР, показатели sICAM-1 также достоверно различаются (выше, примерно, в 1,5 раза у больных с сепсисом,  $p < 0,01$ ). У больных, не имевших явлений органной дисфункции, при выписке мы не фиксировали достоверных различий уровня sICAM-1 по отношению к условной норме, однако в группе пациентов, имевших органную дисфункцию, сохраняется достоверно высокий уровень sICAM-1 при выписке по отношению к нормальным показателям.

Оценивая динамику sVCAM-1, отмечено, что при поступлении у больных отмечается достоверное по отношению к нормальным значениям повышение уровня

ССМА данной категории. Наблюдается восьмикратное повышение уровня sVCAM-1, достоверно не различающееся в группах системного воспалительного ответа и сепсиса. Кроме того, у больных, имевших более тяжёлые проявления органной дисфункции, после купирования ССВР сохраняется достоверно повышенный уровень sVCAM-1. По стабилизации состояния достоверные различия значений sVCAM-1 регистрируются в группах, имевших явления сосудистой недостаточности и группе септических больных. При этом также сохраняются достоверно высокие значения sVCAM-1 при выписке больных в независимости от тяжести инфекции.

Рассматривая изменения уровня sE-selectin, необходимо отметить, что имеются достоверные отличия содержания sE-selectin в группах с септических больных и больных с ССВР. Также отмечается достоверное, практически семикратное возрастание концентрации данных молекул адгезии по отношению к нормальным показателям. В динамике после купирования явлений системного воспаления достоверных различий в уровне sE-selectin в группах больных не наблюдается, а при выздоровлении уровень sE-selectin не имеет достоверных отличий и соответствует нормальным значениям.

Отдельно нами проведена оценка исследуемых показателей в группе больных, у которых сформировалась поздняя органная дисфункция, что послужило диагностическим критерием сепсиса. Сроки определения ССМА схожи со сроками в вышеописанных подгруппах, однако дополнительно проводили регистра-

Таблица 2. Динамика ССМА у больных с органическими дисфункциями

Тяжесть инфекции, (n = 13)	Показатель Me [25p;75p], нг/мл								
	sICAM-1, день регистрации			sVCAM-1, день регистрации			sE-selectin, день регистрации		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
поздняя органная дисфункция	756 [560; 880]	810 [760; 952]	525 [500; 620]*	2050 [1946; 2320]	1750 [1440; 1950]*	620 [558; 840]	500 [450; 610]	220 [200; 274]	100 [89; 114]*
условная норма	302 [270;330]			324 [290;370]			70 [52;90]		

Примечание — 1,2,3 сроки измерений, описанные выше, \* (p<0,05) — различия достоверны в подгруппе по отношению к предыдущему определению;

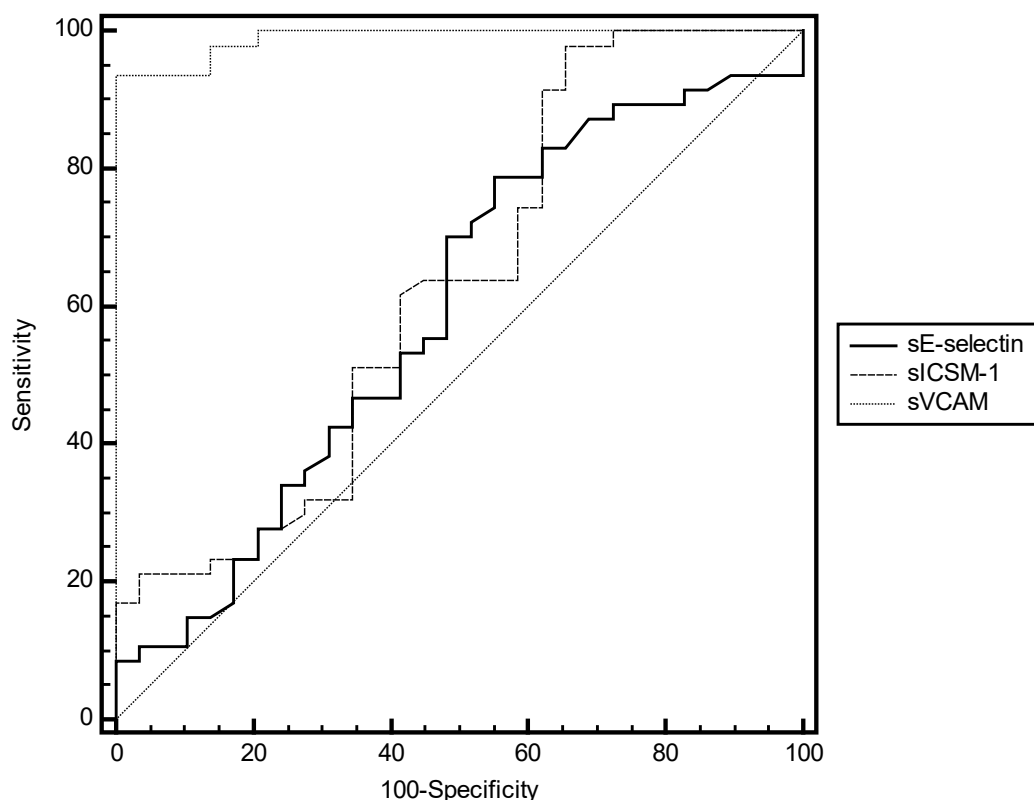


Рис. 1. Сравнительный анализ ROC-кривых по значимости динамики уровня ССМА и формирования органических дисфункций.

цию уровня ССМА в момент фиксации явлений поздней органной дисфункции. Сравнительный анализ данных об уровне ССМА в сроки купирования ССВР в данной ситуации не проводили поскольку при развитии поздних органических дисфункций у пациента могли не регистрировать ССВР, однако лабораторно фиксировали органную дисфункцию.

Результаты определения уровня ССМА 13 больных, у которых ретроспективно зафиксирована поздняя органная недостаточность представлен в таблице 2.

Из представленных в таблице данных зафиксировано, что достоверных различий содержания ССМА при поступлении не наблюдается, отсутствует достоверные различия в уровне sE-selectin по отношению к больным, имевшим лишь ССВР. Однако по купированию проявлений системного воспаления у больных данной категории отмечается достоверное повышение sICAM-1 и sVCAM-1 по отношению к данным схожей подгруппы. При этом уровень sVCAM-1 остается достоверно высоким и становится предиктором формирования органической дисфункции.

Таблица 3. Статистические данные сравнительной значимости изучаемых показателей

sE_selectin ~ sICSM_1	
Difference between areas	0,104
Standard Error <sup>c</sup>	0,0926
95% Confidence Interval	-0,0776 to 0,285
z statistic	1,122
Significance level	P = 0,2620
sE_selectin ~ sVCAM	
Difference between areas	0,322
Standard Error <sup>c</sup>	0,0659
95% Confidence Interval	0,193 to 0,452
z statistic	4,891
Significance level	P < 0,0001
sICSM_1 ~ sVCAM	
Difference between areas	0,426
Standard Error <sup>c</sup>	0,0679
95% Confidence Interval	0,293 to 0,559
z statistic	6,276
Significance level	P < 0,0001

<sup>c</sup> DeLong et al., 1988 (данные программы Medcalc 11.5.0.0)

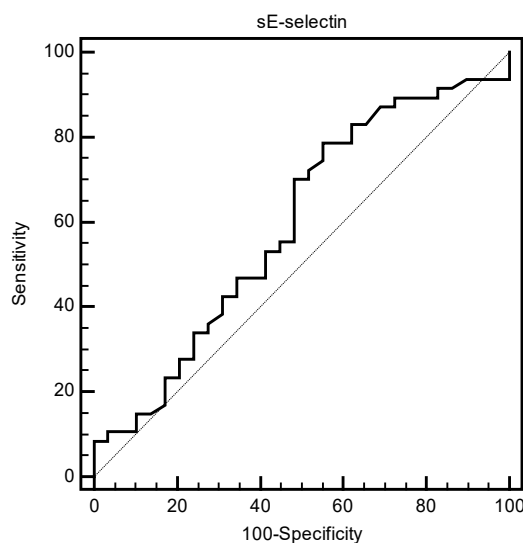


Рис. 2. ROC-анализ значений уровня s-Eselectin в группе сравнения

Для оценки значимости ССМА в диагностике органных дисфункций мы использовали построение ROC-кривых ретроспективно с учетом клиничко-лабораторных данных и исхода у каждого больного в конкретный момент времени. Т.е. при поступлении больного или развитии ранних органных дисфункций мы использовали начальные значения ССМА, при формировании поздних органных дисфункций использовали значения на момент клинической регистрации органной недостаточности.

Сравнительный анализ ROC-кривых представлен на диаграмме, (рис. 1).

Статистические данные графика представлены в таблице (табл. 3).

Из данных, представленных на диаграмме и в таблице, видно, что достоверно свидетельствуют о развитии органных дисфункций показатели sE-selectin и sVCAM.

Таблица 4. Статистические данные ROC-анализа значимости уровня s-Eselectin

Area under the ROC curve (AUC)	0,592
Standard Error <sup>a</sup>	0,0658
95% Confidence Interval <sup>b</sup>	0,549 to 0,771
z statistic	2,531
Significance level P (Area=0.5)	0,0114

© DeLong et al., 1988 (данные программы Medcalc 11.5.0.0)

Таблица 5. Статистические данные ROC-анализа значимости уровня s-VCAM

Area under the ROC curve (AUC)	0,989
Standard Error	0,00765
95% Confidence Interval	0,932 to 1,000
z statistic	63,923
Significance level P (Area=0.5)	<0,0001

DeLong et al., 1988 (данные программы Medcalc 11.5.0.0)

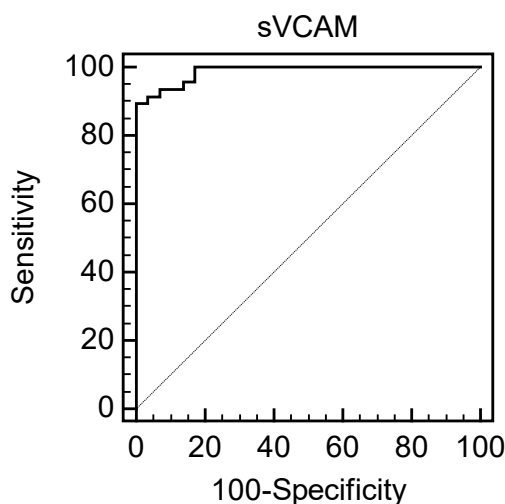


Рис. 3. ROC-анализ значений уровня s-VCAM в группе сравнения

Для расчета пороговых значений показателей провели построение ROC-кривых по каждому показателю в отдельности.

Результаты представлены на диаграммах (рис. 2)

Статистические данные диаграммы представлены в таблице (табл. 4).

Из данных диаграммы, мы видим, что при пороговом значении уровня s-Eselectin до 770 нг/мл достоверно отмечается развитие органных дисфункций, регистрируемых рутинными клинико-лабораторными

методами. При этом чувствительность показателя 81%, а специфичность 52%. На наш взгляд, относительно невысокая чувствительность и низкая специфичность показателя, достоверная при значениях близких к максимальным обусловлена в первую очередь значимостью данного маркера в развитии ранних органных дисфункций, поскольку как описано выше (раздел 3.1) мы не наблюдали достоверных различий данного параметра при оценке развития поздних органных дисфункций.

Несколько иная зависимость регистрируется при анализе уровня sVCAM (рис. 3).



Статистические данные диаграммы представлены в таблице (табл. 5)

Из полученных данных мы видим, что определение уровня sVCAM является высокочувствительным (95,7%) и специфичным (93,1%) методом как регистрации органных дисфункций, так и предиктором развития поздней органной недостаточности с пороговым значением более 1398 нг/мл.

### Обсуждение

Полученные результаты лишь подтверждают то, что ССВР у ряда больных преимущественно оказывает системное воздействие на отдаленные органы с формированием отсроченной органной дисфункции с первичным вовлечением сосудистой стенки в воспалительный ответ. Именно в данной ситуации рутинные клиничко-лабораторные исследования до формирова-

ния декомпенсации не позволяли прогнозировать формирование органной дисфункции.

### Заключение

Определение уровня дисфункции эндотелия на основании определения динамики свободных сосудистых молекул адгезии является высокоточным прогностическим критерием и предиктором формирования у больного как раннего, так и позднего СПОН, а следовательно, учитывая наличие инфекционного очага, эффективным методом ранней диагностики сепсиса у больных с тяжёлыми формами рожи.

Динамическая оценка уровня sVCAM является достоверным и высокочувствительным методом прогнозирования сепсиса у данной категории пациентов и может быть использована в оценке эффективности проводимого лечения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гостищев В.К., Липатов К.В., Комарова Е.А. Стрептококковая инфекция в хирургии // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2015. № 12. С. 14–17.
2. Singer M., Deutschman C.S., Warren S.C., Shankar-Hari M., Djillali A., Bauer M., Bellomo R., Bernard G.R., Chiche J.D., Coopersmith C.M., Hotchkiss R.S., Mitchell M., Levy M., Marshall J.C., Greg S., Martin, M., Opal S., Gordon D., Rubenfeld, Van der Poll T., Vincent J.L., Angus D.C. The Third International Consensus definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA. 2016. Vol. 315. № 8. P. 801–810.
3. Colbert J.F., Schmidt E.P. Endothelial and microcirculatory function and dysfunction in sepsis. Clin. Chest. Med. 2016. Vol. 37. P. 263–275. DOI: 10.1016/j.ccm.2016.01.009.
4. Jacobi J., The pathophysiology of sepsis — 2021 update: Part 1, immunology and coagulopathy leading to endothelial injury, American Journal of Health-System Pharmacy, 2021; zxab380, doi.org/10.1093/ajhp/zxab380.
5. Sousa A., Raposo F., Fonseca S., Valente L., Duarte F., Gonçalves M., Tuna D., Paiva J.A. Measurement of cytokines and adhesion molecules in the first 72 hours after severe trauma: association with severity and outcome. Dis Markers. 2015. P. 747036. DOI: 10.1155/2015/747036.
6. Bui T.M., Wiesolek H.L., Sumagin R. ICAM-1: A master regulator of cellular responses in inflammation, injury resolution, and tumorigenesis. J. Leukoc Biol. 2020. Vol. 108 (3). P. 787–799. DOI: 10.1002/JLB.2MR0220–549R.

© Халеев Иван Александрович ( khaleev\_64@mail.ru ), Шапкин Юрий Григорьевич ( shapkinyurii@mail.ru ),  
 Стекольников Николай Юрьевич ( nymph2008@yandex.ru ), Селиверстов Павел Андреевич ( seliwerstov.pl@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

**OPTIMIZATION OF ANAMNESIS  
COLLECTION BEFORE ORTHODONTIC  
TREATMENT****M. Tsvetkova  
S. Sohov***Summary. Aim:*

1. To develop a preliminary anamnesis collection questionnaire for orthodontic patients for the quick identification of diseases and / or medications that can affect bone remodeling and the process of orthodontic treatment;
2. Compare the results of its application with the traditional form of the survey.

Materials and methods: anamnesis of 284 patients was collected by the orthodontist using medical record form No. 043–1/y. Then, the same patients were asked to fill out a specially designed questionnaire on their own.

Results: application of specially designed questionnaire made it possible to identify menopausal women (4.6%), patients with osteoporosis (0.7%), with endoprostheses (0.7%), the presence of non-drug allergic reactions in patients (18.7%). When collecting anamnesis according to the questionnaire in the medical record form No. 043–1 / y, 3.9% of patients did not notify the doctor about taking corticosteroids in the form of sprays or inhalations. When filling out the questionnaire on their own, patients more often indicated taking vitamin D3 (by 15.9%), Omega 3 (by 11.3%) and zinc (by 1.8%).

Conclusions. Reliable and complete information about the patient's health status obtained using a specially designed questionnaire will allow the orthodontist to individualize treatment plan and retention period, taking into account the general somatic and medicinal history.

*Keywords:* anamnesis, questionnaire, orthodontic treatment.

**ОПТИМИЗАЦИЯ СБОРА АНАМНЕЗА  
НА ОРТОДОНТИЧЕСКОМ ПРИЕМЕ****Цветкова Мария Александровна**

К.м.н., ФГБУ ВО «Московский государственный  
медико-стоматологический университет имени  
А.И. Евдокимова»

*tsvetkova-orthodont@inbox.ru*

**Сохов Сергей Талустанович**

Заслуженный врач РФ, д.м.н., профессор,  
ФГБУ ВО «Московский государственный медико-  
стоматологический университет имени  
А.И. Евдокимова»

*drsokhov@yandex.ru*

*Аннотация.* Профессиональная деятельность врача любой специальности не возможна без тщательного сбора анамнеза.

*Цель:*

1. Разработать анкету для предварительного сбора анамнеза перед первичным приемом врача-ортодонта для выявления тех заболеваний и/или приема лекарственных препаратов, которые способны влиять на ремоделирование костной ткани и отразиться на процессе ортодонтического лечения;
2. Сравнить результаты её применения с традиционной формой опроса.

Материал и методы исследования: у 284 пациентов, обратившихся на консультацию и лечение, врач-ортодонт собирал анамнез по пунктам, указанным в медицинской карте формы № 043–1/y. Затем, этим же пациентам было предложено самостоятельно заполнить специально разработанную анкету (свидетельство о депонировании № 2051872).

Результаты: при сравнении данных анамнеза, полученных врачом при опросе по форме № 043–1/y и при использовании разработанной нами анкеты, были выявлены существенные различия в полноте получаемой информации. Так, применение анкеты позволило выявить женщин в периоде менопаузы (4,6%), пациентов с остеопорозом (0,7%), с эндопротезами (0,7%), наличие у пациентов немедикаментозных аллергических реакций (18,7%). При сборе анамнеза по анкете в медицинской карте формы № 043–1/y, 3,9% пациентов не уведомили доктора о приеме кортикостероидов в виде спреев или ингаляций. При самостоятельном заполнении опросника пациенты чаще указывали прием витамина D3 (на 15,9%), Омега 3 (на 11,3%) и цинка (на 1,8%).

Выводы. Достоверные и полные сведения о состоянии здоровья пациента, полученные с помощью специально разработанной анкеты, позволяют врачу-ортодонту индивидуализировать план лечения и ретенционный период с учетом общесоматического и лекарственного анамнеза.

*Ключевые слова:* анамнез, анкета, ортодонтическое лечение.

## Актуальность исследования

Эффективная и безопасная деятельность врача любой специальности не возможна без опроса пациента о его общесоматическом состоянии здоровья. В своей ежедневной практике врач-ортодонт сталкивается с большим числом пациентов различных возрастных групп с общесоматической патологией и принимающих лекарственные препараты на постоянной основе. Ремоделирование костной ткани, которое происходит в процессе ортодонтического лечения — это динамический процесс, требующий координированной клеточной активности между остеобластами, остеоцитами и остеокластами с целью поддержания гомеостаза костной ткани. Большой перечень заболеваний, медикаментов и пищевых добавок могут повлиять на ортодонтическое движение зубов [1,2] за счет прямого влияния на общую физиологию кости, дифференцировку остеокластов, скорость метаболизма кости, ее плотность и степень минерализации [3]. Кроме того, побочные действия лекарств и проявления общесоматической патологии в полости рта, такие, как гиперплазия десны, ксеростомия, эрозивно-язвенные процессы на слизистой рта, повышенный риск развития кариеса и др., способны значительно осложнить течение ортодонтического лечения [4].

Становится очевидным, что врач-ортодонт не может планировать и проводить лечение без учета общесоматического и лекарственного анамнеза.

Согласно приказу министерства здравоохранения № 834н (от 15 декабря 2014 г.) «Об утверждении унифицированных форм медицинской документации, используемых в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и порядок по их заполнению», на каждого пациента врач-ортодонт должен заполнять медицинскую историю болезни по форме № 043–1/у. Данная форма истории болезни была разработана на кафедре ортодонтии и детского протезирования МГМСУ им. А.И. Евдокимова. Целью ее создания была оптимизация работы врача-ортодонта, а так же систематизированный сбор и хранение максимального объема результатов диагностических исследований. В основной части истории болезни, наряду с другими, есть раздел «Анамнез», а в приложении «Общий медицинский анамнез», содержащие вопросы, которые врач должен задать пациенту.

Однако, по данным Лапиной А.К., [5,6] при анализе степени заполняемости карт по форме № 043–1/у в Москве, информация о перенесенных и сопутствующих заболеваниях содержалась лишь в 46,5% случаев. Врачи-ортодонты с большим стажем работы значительно реже указывают данные о перенесенных и сопутствую-

щих заболеваниях, врачи со стажем работы 20 лет и более в 45,1% карт не заполняли эту графу в медицинских картах. 46,3% опрошенных врачей главным недостатком новой формы медицинской карты назвали ее большой объем и значительные временные затраты на заполнение всех необходимых разделов.

Врач вынужден пренебрегать тщательным сбором анамнеза из-за нехватки времени и подходит к опросу пациента формально.

По мнению Шерматовой Ю.В. и коллег [7], предварительное анкетирование позволяет врачу получить более полную информацию о состоянии здоровья пациента и способствует достоверному снижению частоты осложнений в процессе стоматологического лечения. Кроме того, письменное заполнение документа повышает ответственность пациента перед врачом за предоставляемые им сведения о своем здоровье.

## Цель

1. Разработать анкету для предварительного сбора анамнеза перед первичным приемом врача-ортодонта для выявления тех заболеваний и/или приема лекарственных препаратов, которые способны влиять на ремоделирование костной ткани и отразиться на процессе ортодонтического лечения;
2. Сравнить результаты её применения с традиционной формой опроса.

## Материал и методы исследования

В исследовании приняли участие 284 пациента, обратившихся на консультацию и ортодонтическое лечение. У всех пациентов врач-ортодонт собирал анамнез по пунктам, указанным в медицинской карте формы № 043–1/у. Затем, этим же пациентам было предложено самостоятельно заполнить анкету, разработанную нами на основе научных материалов отечественной и зарубежной литературы. Было обработано более 300 статей (по базам E-library, Med-line, Cochrane Library, EMBASE, Web of Science и Biosis), посвященных особенностям планирования и проведения ортодонтического лечения у пациентов с различной общесоматической патологией и отягощенным лекарственным анамнезом. Так же анализировалось влияние различных вредных привычек (курение, употребление алкоголя) и особенностей питания на возможный исход ортодонтического перемещения зубов.

Основными требованиями к разработанному опроснику были простота и однозначность вопросов,

Таблица 1. Первичное анкетирование ортодонтического пациента. Рост/вес Возраст

Есть ли у Вас (Вашего ребенка) следующие заболевания:		
- <b>сердечно-сосудистые</b> (инфаркт миокарда, инсульт, пороки сердца, стенокардия, инфекционный эндокардит)	Да	Нет
Были ли когда-нибудь операции на сердце (искусственный сердечный клапан, стент, др)?	Да	Нет
Наблюдалось ли повышенное артериальное давление (АД)?	Да	Нет
если да, то какие лекарственные препараты Вы (Ваш ребенок) принимаете		
- <b>сахарный диабет</b> (1 или 2 типа)	Да	Нет
какие лекарства Вы (Ваш ребенок) принимаете по назначению эндокринолога?		
какие показатели глюкозы и гликированного гемоглобина регистрировали в последних анализах крови?		
- <b>астма/ обструктивный бронхит</b>	Да	Нет
Что может провоцировать приступы?		
Частота и степень тяжести приступов?		
Какие препараты Вы (Ваш ребенок) принимаете для снятия приступа астмы или бронхита?		
- <b>заболевания ЖКТ</b> (язвенная болезнь желудка/ 12-перстной кишки, воспалительные заболевания кишечника, б-нь Крона, язвенный колит, целиакия и др.)	Да	Нет
страдаете ли Вы (Ваш ребенок) рефлюксной болезнью	Да	Нет
если да, принимаете ли Вы (Ваш ребенок) антацидные препараты или ингибиторы протонной помпы (омепразол, пантопрозол и др.)		
- заболевания печени	Да	Нет
- заболевания почек	Да	Нет
- <b>ревматические заболевания</b> (ревматизм, ревматоидный артрит, системная красная волчанка, васкулит, склеродермия и др.)	Да	Нет
если да, то какие препараты принимаете по назначению врача		
- <b>заболевания крови</b>	Да	Нет
есть ли нарушение свертываемости крови	Да	Нет
- <b>заболевания нервной системы</b>	Да	Нет
были ли у Вас (Вашего ребенка) приступы эпилепсии?	Да	Нет
если да, то что является провоцирующим фактором?		
если да, то какие лекарственные препараты Вы (Ваш ребенок) принимаете		
- <b>психические заболевания</b>	Да	Нет
- остеопения/остеопороз	Да	Нет
Были ли у Вас (Вашего ребенка) когда-нибудь переломы костей?	Да	Нет
если да, то сколько и какие?		
за последние 3 мес принимали ли Вы (Ваш ребенок) препараты для укрепления костей (Золендронат, Клодронат и др)?	Да	Нет
если да, то какие лекарственные препараты принимаете		
Дата последнего измерения плотности кости (денситометрии)		
-заболевания щитовидной железы	Да	Нет
если да, то какой диагноз ставит эндокринолог (гипотиреоз, тиреотоксикоз)		
какое лечение назначено эндокринологом		
давность заболевания		
как давно Вы делали анализы крови на содержание гормонов щитовидной железы?		
-другие эндокринные заболевания	Да	Нет
-онкологические заболевания	Да	Нет
Есть ли у Вас (у Вашего ребенка) какие-то из перечисленных симптомов:		
- сухость во рту;	Да	Нет
- жажда;	Да	Нет
-длительно не заживающие повреждения на коже или слизистой оболочке в полости рта;	Да	Нет
Были ли у Вас (Вашего ребенка) аллергические реакции на лекарственные препараты?	Да	Нет
если да, то на какие?		
Были ли у Вас (Вашего ребенка) аллергические реакции на продукты питания, пыль, пыльцу растений, шерсть животных, латекс, бижутерию, металл и др.?	Да	Нет

Таблица 1 (продолжение). Первичное анкетирование ортодонтического пациента. Рост/вес Возраст

если да, то на что?		
Страдаете ли Вы (Ваш ребенок) атопическим дерматитом?	Да	Нет
если да, то что Вы (Ваш ребенок) применяет для лечения?		
Есть ли непереносимость каких-либо пищевых продуктов?	Да	Нет
если да, то каких?		
Как Вы оцениваете уровень стресса, которому Вы (Ваш ребенок) подвергаетесь в повседневной жизни по шкале от 1 до 10?		
Страдаете ли Вы (Ваш ребенок) от депрессии?	Да	Нет
Проводилась ли Вам (Вашему ребенку) когда-либо трансплантация органов?	Да	Нет
Есть ли эндопротезы суставов?	Да	Нет
Курите ли Вы (или Ваш ребенок)?	Да	Нет
если да, то как давно и сколько сигарет в день?		
Употребляете ли Вы (Ваш ребенок) кофе? (количество чашек и крепость в день)		
Употребляете ли Вы (Ваш ребенок) алкоголь, наркотики?	Да	Нет
Для женщин:		
Наличие беременности	Да	Нет
Кормление грудью	Да	Нет
Применяете ли Вы противозачаточные препараты?	Да	Нет
Менопауза	Да	Нет
Если да, то в каком возрасте наступила менопауза		
Перечислите все фармпрепараты, которые Вы (Ваш ребенок) регулярно принимает (название/дозировка) в виде:		
- инъекций	Да	Нет
- таблеток	Да	Нет
- ингаляций	Да	Нет
- спреев	Да	Нет
Принимаете ли Вы (Ваш ребенок) регулярно БАДы, пищевые добавки, витамины, микроэлементы?	Да	Нет
если да, то какие (указать название)		
Наблюдаются ли у Вас (Вашего ребенка) другие заболевания или медицинские проблемы, не перечисленные выше		
если да, то укажите какие		

Подпись пациента \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

*Заполнять анкету подлежит 1 раз в 6 мес*

Повторный опрос Дата \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_

Повторный опрос Дата \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_

Повторный опрос Дата \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_

а так же возможность пациента самостоятельно заполнить анкету.

В последующем был проведен сравнительный анализ результатов опроса по двум анкетам.

### Результаты исследования

Для полноценного выявления общесоматических заболеваний, принимаемых лекарственных препаратов и других факторов, способных негативно отразиться на ортодонтическом лечении, в дополнении к разделам «Анамнез» и «Общий медицинский анамнез» медицинской истории болезни по форме № 043-1/у, нами было предложено предварительное анкетирова-

ние пациентов, обратившихся на первичную консультацию к ортодонт.

Анкета включает в себя 68 вопросов, с помощью которых можно получить углубленную информацию о состоянии здоровья пациента. (Свидетельство о депонировании № 2051872). (Таб.1)

При сравнении данных анамнеза, полученных при заполнении медицинской карты формы № 043-1/у и разработанного нами опросника, были выявлены значительные отличия.

При самостоятельном заполнении анкеты информацию о приеме важных для ремоделирования костной ткани витаминных препаратов, таких как витамин

D3, указали 65 пациентов (22,9%), 48 человек -Омега-3 (16,9%), препараты цинка указали в опроснике 5 человек (1,8%). Тогда как при опросе, проводимым врачом на прием, прием витамина D3 указали лишь 20 человек (7%), Омега-3—16 человек (5,6%), о цинке не упомянул ни один пациент.

Среди всех опрошенных пациентов, 71 человек (25%) рассказал о наличии изолированных или сочетании аллергий на лекарства, продукты питания, пыль, шерсть животных и поллинозы. При сравнении результатов опроса, полученных при личной беседе с врачом и при самостоятельном заполнении разработанного нами опросника, никаких отличий по количеству пациентов, сообщивших о наличии аллергий на медикаменты выявлено не было. (12 пациентов, 4,2%). Среди препаратов, вызывающих аллергию, были названы антибиотики пенициллинового ряда, бисептол, вильпрафен, цефтриаксон, фолиевая кислота и др. Однако, при опросе врачом большинство пациентов не указали наличие немедикаментозных аллергических реакций (53 человека, 18,7%). Кроме того, лишь в разработанном нами опроснике 7 пациентов сообщили о наличии атопического дерматита (2,5%).

При заполнении врачом медицинской карты формы № 043–1/у ни один пациент не сообщил об остеопении/остеопорозе, о наличии эндопротезов и о наличии менопаузы. Однако при анализе результатов заполнения опросника было выявлено 13 пациенток (4,6%) в периоде менопаузы, 2 пациентки (0,7%) с подтвержденным диагнозом остеопороза и 2 пациента (0,7%) с эндопротезами коленного и тазобедренного суставов.

Прием лекарственных препаратов на постоянной основе отметили 64 пациента (22,5%), как при опросе врача, так и при самостоятельном заполнении опросника. Однако, при сравнении двух вариантов сбора анамнеза было выявлено, что пациенты не одинаково отвечали на вопрос о приеме лекарств. Так, в разработанном нами опроснике 11 человек (3,9%) указали прием стероидных противовоспалительных препаратов (Назанекс, Беродуал, Пульмикорт) в виде спреев или ингаляторно, не уведомив об этом врача-ортодонта при личной беседе, тогда как прием таких лекарственных средств способен влиять на метаболизм кости.

Разработанная анкета упрощает процесс сбора анамнеза, давая возможность самому пациенту заполнить её перед приемом у врача. Анкета будет акцентировать внимание врача на тех общих заболеваниях, которые способны влиять на процессы ремоделирования костной ткани самостоятельно или за счет лекарственных препаратов, применяемые для их лечения. Наличие вредных привычек, особенностей питания, прием пи-

щевых добавок и уровень стресса в повседневной жизни так же отражены в анкете.

Формат анкеты содержит как уже заготовленные ответы, так и дает возможность пациенту самостоятельно указать дополнительные сведения.

Предварительное анкетирование позволяет пациенту не забыть сообщить врачу информацию, которая может оказаться очень важной для планирования дальнейшего ортодонтического лечения.

Таким образом, на момент первичной консультации ортодонт уже имеет представление о состоянии здоровья пациента и в личной беседе сможет задать лишь уточняющие вопросы, что поможет врачу существенно экономить рабочее время.

## Обсуждение

Влияние лекарственных препаратов и общесоматических заболеваний на процесс перемещения зубов известно давно и не подвергается сомнению. От умения врача правильно сформулировать вопросы для пациента будет зависеть получение максимально полной информации, что напрямую будет связано с успехом запланированного ортодонтического лечения.

Наше исследование показало, что многие пациенты, не понимая связи некоторых заболеваний, лекарственных препаратов и процесса ортодонтического лечения, не считают нужным информировать врача-ортодонта о таких диагнозах, как, например, остеопороз, менопауза, аллергические реакции, не связанные с приемом медикаментов и др.

Предложенная анкета содержит в себе вопросы по тем заболеваниям, которые, согласно литературным данным, способны непосредственно отразиться на физиологическом ремоделировании костной ткани. К таким заболеваниям можно отнести сахарный диабет. По статистическим данным, 3–4% пациентов на рутинном ортодонтическом приеме имеют сахарный диабет [8]. Ортодонтическое лечение, проводимое у пациентов с декомпенсированным сахарным диабетом, может способствовать ускорению генерализованной деструкции тканей пародонтита [9]. Кроме того, уточняющие вопросы в анкете по основным симптомам и жалобам, характерным для диабета, позволят врачу, при необходимости, назначить пациенту дополнительные анализы для определения уровня глюкозы и гликированного гемоглобина, а так же направить на консультацию к эндокринологу.

Остеопороз — заболевание, характеризующееся системным и генерализованным снижением костной мас-

сы, в том числе, и в области альвеолярных отростков. У пациентов с остеопорозом скорость ортодонтического перемещения зубов достоверно выше, по сравнению со здоровыми пациентами [10]. Однако и стабильность результата лечения скомпрометирована. Понимание особенностей течения подобного заболевания и мониторинг плотности костной ткани позволит врачу-ортодонту тщательно планировать ретенционный период [11].

Ряд хронических заболеваний влияют на костную ткань за счет нарушения метаболизма витамина D3, всасывания кальция и других необходимых нутриентов. Так, у пациентов с хроническими заболеваниями печени, почек, воспалительными заболеваниями кишечника, эндокринными нарушениями развивается вторичная остеопения/остеопороз, что необходимо принимать во внимание в процессе ортодонтического перемещения зубов [12,13,14].

Вопрос о желудочно-кишечных заболеваниях (гастрит, язвенная болезнь) требуют уточнения о возможном присутствии симптома рефлюкса и приема антацидных препаратов (маалокс, альмагель, ренни и др.) или ингибиторов протонной помпы (омепрозол, пантопрозол и др.), которые при длительном применении способны вызывать повышенную резорбцию костей, что не может не сказаться на эффективности ортодонтического лечения [15]. Зачастую, пациенты не считают эти препараты лекарственными и не информируют врача об их применении.

Некоторые заболевания представляют опасность для пациента в процессе проведения стоматологических манипуляций. Врач-ортодонт должен быть информирован о возможных триггерах, провоцирующих приступы бронхиальной астмы или эпилепсии.

Кроме того, бронхиальная астма и другие аллергические заболевания различного генеза могут способствовать развитию патологической резорбции корней зубов в процессе ортодонтического лечения [16]. При беседе с врачом на вопрос о наличии аллергических реакций многие пациенты в настоящем исследовании отвечали отрицательно, однако при заполнении разработанного нами опросника выявлялся целый комплекс пищевых аллергий и/или поллинозы.

Известно, что ряд стоматологических манипуляций (снятие оттисков, пародонтологические операции, цементировка и снятие ортодонтических колец и др) способны вызвать транзиторную бактериемию и, в некоторых случаях, стать причиной возникновения инфекционного эндокардита [17]. Тщательный сбор анамнеза по кардиологическим заболеваниям позволит

врачу ортодонту правильно оценить степень риска и по показаниям провести антибиотикопрофилактику [18].

Однако, не только сам патологический процесс, но и его лечение может отрицательно повлиять на процесс костного ремоделирования. В ходе устного опроса было выявлено ошибочное представление пациентов о том, что лекарственные препараты могут применяться только в виде инъекций или таблеток. В результате пациенты не упоминали о приеме лекарств в виде ингаляций, спреев и т.д. Разработанная нами анкета содержит уточняющие вопросы о способе приема препаратов, позволяющие пациенту предоставить врачу исчерпывающую информацию по лекарственному анамнезу.

Большое число заболеваний (аутоиммунные, воспалительные и др.) лечатся с помощью НПВС, кортикостероидных препаратов, цитостатиков, иммунодепрессантов. Данные препараты негативно влияют на костный метаболизм и способны отразиться на ходе ортодонтического лечения [19, 20]. А прием таких препаратов, как бисфосфонаты, является противопоказанием к ортодонтическому перемещению зубов [10].

Ряд лекарственных препаратов, применяемых, например, при лечении эпилепсии и гипертонической болезни, способны вызвать гиперпластический гингивит, существенно затрудняющий гигиену, фиксацию съемных аппаратов и перемещение зубов в процессе ортодонтического лечения [21].

Различные пищевые добавки, которые, зачастую пациенты принимают самостоятельно, без назначения врача, так же могут влиять на процесс ремоделирования костной ткани, как ускоряя ее (витамин D3), так и, напротив, увеличивая минеральную плотность кости (цинк, витамин С, кальций и др.).

В нашем исследовании часто пациенты не упоминали регулярный прием пищевых добавок, считая эту информацию не существенной для врача-ортодонта. Разработанный нами опросник показал более высокий процент пациентов, длительное время применяющих различные добавки.

Современный ритм жизни накладывает отпечаток на психо-эмоциональное состояние пациентов. Субъективная оценка уровня стресса и состояния депрессии может быть важной для врача-ортодонта. Так, по мнению Mirzakouchaki B., [22], в условиях хронического стресса скорость ортодонтического лечения была достоверно ниже. Однако Gameiro G.H., [23] пришел к противоположному выводу. Правильный выбор ре-

жима активации аппаратуры в каждом случае позволит избежать осложнений у данной категории пациентов.

Наличие вредных привычек, таких как курение или прием алкогольных напитков так же способны повлиять на ортодонтическое лечение. Хорошо известна прямая зависимость между курением и снижением минеральной плотности кости и воспалительными заболеваниями пародонта. Аналогичным побочным действием в отношении костной ткани обладает и этанол [24,25].

На сегодняшний день нет единого мнения о влиянии кофеина на костную ткань. Ряд авторов указывают на то, что чрезмерное употребление кофеина ассоциировано со снижением минеральной плотности кости и повышенным риском переломов [26], в то время как другие не обнаружили подобной взаимосвязи [27]. Несмотря на противоречивые данные, врачу-ортодонт следует принимать во внимание возможное влияние кофеина на процесс перемещения зубов и соответствующим образом корректировать биомеханику и режим активации.

Влияние эстрогена на метаболизм костной ткани хорошо изучено. Так, эстроген напрямую стимулирует синтез коллагена и образование костной ткани остеобластами, увеличение массы и плотности кости [28]. Гормональные препараты, содержащие эстроген и прогестерон, применяемые в целях контрацепции или для заместительной терапии в период менопаузы, способны снижать скорость ремоделирования костной ткани, и, в конечном итоге, замедлять перемещение зубов [29].

При применении стентов, эндопротезов, изготовленных из металла, содержащих в своем составе никель, возможно развитие сенсibilизации, что, в последствии, может привести к развитию аллергических осложнений при использовании ортодонтической аппаратуры с высокой концентрацией никеля [30].

## ВЫВОДЫ

Разработанный нами опросник показал повышенную эффективность при выявлении не медикаментозных аллергических реакций (на 18,7%), менопаузы (4,6%), остеопороза и наличия эндопротезов (на 0,7%). С помощью предварительного анкетирования удалось выявить больше на 3,9% пациентов, принимающих кортикостероиды в виде спреев или ингаляций, витамин D<sub>3</sub> (на 15,9%), Омега 3 (на 11,3%) и цинк (на 1,8%).

Комплексный анализ данных анамнеза, полученные из опросника/анкеты, позволит врачу-ортодонт иметь более достоверные и полные сведения о состоянии здоровья пациента. Индивидуализированный план ортодонтического лечения, составленный с учетом общесоматического статуса и лекарственного анамнеза, позволит выбрать оптимальную биомеханику, своевременно выявить противопоказания, факторы риска и избежать осложнений.

Так как ортодонтическое лечение продолжительно и может занимать от 1,5 лет и более, важно периодически обновлять данные анамнеза.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Arqub S.A., Gandhi V., Iverson M.G., Ahmed M., Kuo C-L., et al. The effect of the local administration of biological substances on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic review of human studies// Progress in Orthodontics. — 2021. — № 22.-P.5.
2. Bartzela TN, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement. *Biology of Orthodontic Tooth Movement*// Springer. — 2016.-P.133–159.
3. Shroff B. Biology of orthodontic tooth movement: Current concepts and applications in orthodontic practice// Springer. — 2016.-P.13–44.
4. Jamali S. et al. Delay Factors Influenced of Orthodontic Treatment and its Consequences: A Meta-analysis and Systematic Review// Ann Med Health Sci Res. — 2019.-Vol.9.-P.453–456.
5. Лапина, А.К. Оценка качества заполнения медицинской карты стоматологического больного на ортодонтическом приеме/А.К. Лапина// Стоматология.-2016 -№ 3.-С.85.
6. Лапина, А.К. Оценка качества заполнения медицинской документации в частных медицинских организациях/А.К. Лапина//Стоматология.-2017.-№ 3.-Т.96.-С.82.
7. Шерматова, Ю.В. Анкетирование пациентов как эффективный способ профилактики неотложных состояний в амбулаторной практике врача-стоматолога / Ю.В. Шерматова, В.В. Еричев, Т.В. Аксенова // «Медицинская наука и здравоохранение». Материалы XIV научно-практической конференции молодых ученых и студентов Юга России— Краснодар, 2016. — С. 119–121.
8. Watted N., Proff P., Peter B., Muhamad A-H. Influence of drugs on orthodontic tooth movement// Journal of Research in Medical and Dental Science. — 2014. — Vol. 2(4). — P. 9–16.
9. Arita, K., Hotokezaka, H., Hashimoto, M., Nakano-Tajima, T., Kurohama, T., Kondo, T., Darendeliler, M.A. and Yoshida, N. Effects of diabetes on tooth movement and root resorption after orthodontic force application in rats// Orthodontics & Craniofacial Research. — 2016.-Vol. 19. — P. 83–92.
10. Salazar M., Hernandez L., Ramos A.L., Salazar B.D.E.O., Micheletti K.R., Paranhos L.R., de Mendonça M.R. and Cuoghi O.A. Effect of alendronate sodium on tooth movement in ovariectomized rats// Archives of Oral Biology.-2015. — Vol. 60. — P. 776–781.



11. Seifi, M., Ezzati, B., Saedi, S. and Hedayati, M. The effect of ovariectomy and orchietomy on orthodontic tooth movement and root resorption in wistar rats// Journal of dentistry (Shiraz, Iran). — 2–15. — № 16. — P. 302–309.
12. Nobile S., Richard G.J., Pappa H.M. Risk factors for low bone mineral density in pediatric inflammatory bowel disease: the positive role of physical activity// European Journal of Gastroenterology & Hepatology. — 2018. -Vol.30(4).-P. 471–476.
13. Shirazi M, Khosrowshahi M, Dehpour AR. The effect of chronic renal insufficiency on orthodontic tooth movement in rats// Angle Orthod. — 2001. — Vol.71(6). — P. 494–8.
14. Shirazi M, Ameri A, Shafaroodi H, Motahary P, Saleh T, Ghasemi M, et al. Orthodontic tooth movement in cholestatic and cirrhotic rats// J Orthod. — 2008. — Vol.35. — P. 119–125.
15. Andersen, B.N., Johansen, P.B. and Abrahamsen, B. Proton pump inhibitors and osteoporosis// Current Opinion in Rheumatology. — 2016. — Vol.28. — P. 420–425.
16. Sifakakis I., Eliades T. Adverse reactions to orthodontic materials// Australian Dental Journal. — 2017. — Vol. 62(1). — P. 20–28.
17. Tekale P.D., Mhaske A.R., Acharya V.D., Patil H.A., Agarwal C.O., Aru B.M. Clinical management and guidelines of infective endocarditis in orthodontics// World J Dent. — 2015. — Vol. 6(4). — P. 226–228.
18. Vandersluis Y.R., Suri S. Infective endocarditis and orthodontic implications in children: A review of the literature// Am J Orthod and Dentofacial Orthop. — 2020. — Vol. 157(1). — P. 19–28.
19. Григорьева Н.В. Ятрогенный остеопороз. Часть I// Medicine of Ukraine. — 2018. — № 5–6 (221–222). — P. 30–37.
20. Григорьева Н.В. Ятрогенный остеопороз. Часть II// Medicine of Ukraine. — 2018. — № 8 (224). — P. 34–42.
21. Krishnan, V., Zahrowski, J.J. and Davidovitch, Z. The effect of drugs and diet on orthodontic tooth movement. In Krishnan, V., Davidovitch, Z. (eds.). Biological Mechanisms of Tooth Movement. Wiley-Blackwell, New Jersey, 2nd edn. 2015. — pp. 173–187.
22. Mirzakouchaki B, Firooz F, Shahrabaf S. Effect of psychological stress on orthodontic tooth movement in rats// Med Oral Patol Oral Cir Bucal. — 2011. — Vol.16. — e285–91.
23. Gameiro GH, Nouer DF, Pereira-Neto JS, Urtado MB, Novaes PD, de Castro M et al. The effects of systemic stress on orthodontic tooth movement// Aust Orthod J. — 2008. — Vol.24. — P. 121–8.
24. Kirschneck C, Maurer M, Wolf M, Reicheneder C, Proff P. Regular nicotine intake increased tooth movement velocity, osteoclastogenesis and orthodontically induced dental root resorptions in a rat model// Int J Oral Sci. — 2017. — Vol. 9(3). — P. 174–184.
25. Barcia J.M., Portoles S., Portoles L. Does Oxidative Stress Induced by Alcohol Consumption Affect Orthodontic Treatment Outcome?// Front Physiol. — 2017. — Vol. 8. — P. 22.
26. Tsuang YH, Sun JS, Chen LT, Sun SC, Chen SC. Direct effects of caffeine on osteoblastic cells metabolism: the possible causal effect of caffeine on the formation of osteoporosis// J Orthop Surg Res. — 2006. — Vol. 1. — P. 7.
27. Duarte PM, Marques MR, Bezerra JP, Bastos MF. The effects of caffeine administration on the early stage of bone healing and bone density A histometric study in rats// Arch Oral Biol. — 2009. — Vol. 54. — P. 717–722.
28. Susilo SG, Amtha R, Roeslan BO, Kusnoto J. The differences of orthodontic tooth movement on menstrual and ovulation cycle// Dent. J. — 2014. — Vol. 47(4). — P. 177–80.
29. Olyae P, Mirzakouchaki B, Ghajar K, et al. The effect of oral contraceptives on orthodontic tooth movement in rat// Med Oral Patol Oral Cir Bucal. — 2013. — Vol. 18. — P. e146–50.
30. Zigante M., Mlinaric M.R., Kastelan M., Perkovic V., Zrinski M.T., Spalj S. Symptoms of titanium and nickel allergic sensitization in orthodontic treatment// Progress in Orthodontics.-2020. — Vol. 21. — P. 17

## НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

**Aitova L.** — Cand. Sc. (Medicine), Bashkir State Medical University (Ufa)  
liaitova@yandex.com

**Akulenok M.** — Cand. Sc. (Technology), associated professor, National Research University of Electronic Technology  
amv@s2q.ru

**Altukhova O.** — Doctor Med. Sci., Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joasaph  
kristalinka@yandex.ru

**Azadaliyeva S.** — Doctoral Candidate, Baku State University  
azadaliyevaseadet@gmail.com

**Babas' D.V.** — GBUZ RM "MRTsKB", Saransk  
doctor\_08@inbox.ru

**Babayeva I.** — PhD in Biology, associate professor, Baku State University  
iradah828@gmail.com

**Baranov A.** — Doctor of Biological Sciences, Professor, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk  
abaranov@kspu.ru

**Belyaev A.** — National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev  
belyaevan@mail.ru

**Bespalov N.** — National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev  
2243705@mail.ru

**Boyarkin E.** — National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev  
boyarkin\_ev@mail.ru

**Brykin D.** — Omsk State Technical University  
dezor6@gmail.com

**Dalgatova A.** — Candidate of Medical Sciences, Assistant, FBGOU VO "Dagestan State Medical University "Ministry of Health of the Russian Federation  
d.asera.a@mail.ru

**Dalgatova G.** — Candidate of Medical Sciences, Assistant, FBGOU VO "Dagestan State Medical University "Ministry of Health of the Russian Federation  
d.guzel.a@mail.ru

**Efimenko N.** — Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Consultant Surgeon of Surgery Center of Branch No.1 of the Main Military Clinical Hospital named after Academician N.N. Burdenko (Moscow)  
chiefsurgeon@mail.ru

**Gadzhieva M.** — National Research Institute of Public Health named after N.A. Semashko  
shaxapasovna1@mail.ru

**Garayeva G.** — Central Hospital of the Armed Forces of Azerbaijan, Baku

**Gorelova V.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FBGOU VO "Dagestan State Medical University "Ministry of Health of the Russian Federation  
digma@list.ru

**Grishina E.** — Cand. Sc. (Medicine), Bashkir State Medical University (Ufa)  
alyonagrishina662@mail.ru

**Gritskevich A.** — MD, Professor Vishnevsky National Medical Research Center for Surgery of the Ministry of Health of Russia (Moscow); Peoples' Friendship University of Russia (Moscow)  
vishnevskogo@ixv.ru

**Guliyeva S.** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Scientific Research Center of Azerbaijan Medical University, Baku  
sevda.guliyeva.1970@mail.ru

**Gurin A.** — Postgraduate student, Plekhanov Russian University of economics  
Anatoly196674@gmail.com

**Hassanin Hatem Mohamed Abdel Maksoud** — Graduate student, National Research Tomsk Polytechnic University  
Blombygg1@gmail.com

**Huseynova S.** — PhD in Biology, Baku State University  
aliyeva.senem@mail.ru

**Ibragimova E.** — Candidate of Medical Sciences, Assistant, FBGOU VO "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation  
ibragim85@mail.ru

**Irnazarov F.** — Teaching, Bashkir State Medical University (Ufa)  
fm.irnazarov@gmail.com

**Jafarov M.** — Doctor of Biological Sciences, Professor, Baku State University  
cafarov.67@mail.ru

**Jalilov A.** — Candidate of Medical Sciences, Karshi Branch Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology  
Jalilov\_adham@mail.ru

**Kabartieva Yu.** — Assistant, FBGOU VO "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation  
ulduz85@mail.ru

**Kasumova A.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FBGOU VO "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation  
aminadag@mail.ru

**Khaidarova Yu.** — PhD doctoral student, Al-Farabi Kazakh National University, rheumatologist at the city Rheumatology Center, Almaty  
duzka\_0801@mail.ru

**Khaleev I.** — Postgraduate, Saratov State Medical University  
khaleev\_64@mail.ru

**Khorosh I.** — Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Krasnoyarsk State Agrarian University  
khorth@mail.ru

**Kolesnikova A.** — Ph.D. in Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE «South-Urals State Medical University» MOH Russia (Chelyabinsk)  
olekol@mail.ru

**Kolesnikov O.** — Doctor of Science in Medical Sciences, Professor, FSBEI HE «South-Urals State Medical University» MOH Russia (Chelyabinsk)  
kaf-biol@mail.ru

**Konopatskova O.** — DM, professor, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov  
o.konopatskova@mail.ru

**Korkmasova M.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FBGOU VO "Dagestan State Medical University" Ministry of Health of the Russian Federation  
dgm\_m@mail.ru

**Kornienko V.** — Senior lecturer, Donetsk National University  
kornienkovo@mail.ru

**Kotyuk P.** — Donetsk National University  
daniaua411@gmail.com

**Krasnov A.** — Dr. Med. Sci., Associate Professor, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg  
dr.krasnov\_28@mail.ru

**Kurmanbekova M.** — Cardiologist, SEMA Clinic  
moldir\_bahutkuzu@mail.ru

**Kurmanova G.** — MD, Professor, Al-Farabi Kazakh National University  
gkurman@mail.ru

**Kurnosenko D.** — Graduate student, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk  
kurnosenkodenis@mail.ru

**Leontyev V.** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Elabuzhsky Institute of Kazan Federal University  
vleontev@yandex.ru

**Lukashina L.** — Postgraduate student, Russian State Social University; Junior Research, Institute of Global Climate and Ecology, (Moscow)  
lukashina.96@mail.ru

**Maharramova S.** — Research associate, Genetic Resources Institute of NAS of Azerbaijan, Baku  
huseynaga.gurbanov@gmail.com

**Majorov A.** — GBUZ RM "MRTsKB", Saransk  
fleshmen@mail.ru

**Marinkina A.** — Kursk state medical University

**Matrokhina K.** — Postgraduate, St. Petersburg Mining university  
k.matrokhina@mail.ru

**Murtazina A.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kosygin Russian State University, Moscow  
aly1029@yandex.ru

**Nadirova Z.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FBGOU VO "Dagestan State Medical University "Ministry of Health of the Russian Federation  
zaynab\_nadirova@mail.ru

**Nikonorova D.** — Postgraduate student, Russian State Social University; junior researcher, Institute of Global Climate and Ecology, (Moscow)  
d.nikonorova@list.ru

**Novikov S.** — Ural Federal University, Yekaterinburg  
novserg@mail.ru

**Pakhomov S.** — Doctor Med. Sci., Belgorod State National Research University  
pachomw@yandex.ru

**Parkin P.** — National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev  
parkin.p2000@yandex.ru

**Pestova S.** — Candidate of pedagogical sciences, The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk  
pestova\_sv@mail.ru

**Polonskaya L.** — Candidate of Medical Sciences, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health, pollusine@mail.ru  
pollusine@mail.ru

**Polonskaya L.** — Candidate of Medical Sciences, National Scientific Institute of Public Health, N.A. Semashko"  
ml7951447@gmail.com

**Potyutko O.** — Ph.D. of Biological Sciences, leading researcher, Institute of Global Climate and Ecology, (Moscow)

**Ruchkin D.** — M.D., A.V. Vishnevsky National Medical Research Center (Moscow)  
ruchkindmitry@gmail.com

**Saidova B.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FBGOU VO "Dagestan State Medical University "Ministry of Health of the Russian Federation  
spssaidova@mail.ru

**Saidova Z.** — Assistant, FBGOU VO "Dagestan State Medical University "Ministry of Health of the Russian Federation  
spssaidova@mail.ru

**Saidov M.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FBGOU VO "Dagestan State Medical University "Ministry of Health of the Russian Federation  
magomed.saidov.76@mail.ru

**Seizhanova B.** — PhD doctoral student, rheumatologist, Al-Farabi Kazakh National University  
ms.bagzhan@mail.ru

**Seliverstov P.** — Phd, Saratov State Medical University  
seliwerstov.pl@yandex.ru

**Senderovich E.** — Cand. Sc. (Medicine), Bashkir State Medical University (Ufa)  
efim.senderovich@mail.ru

**Shapkin Yu.** — MD, professor, Saratov State Medical University  
shapkin Yuri@mail.ru

**Sherstova A.** — Russian State University named after A.N. Kosygin, Moscow  
nasteonich@gmail.com

**Shikula O.** — Senior teacher, National Research University of Electronic Technology  
oshik78@mail.ru

**Simankov V.** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Kuban State Technological University (Krasnodar)  
vs@simankov.ru

**Sinenchenko A.** — PhD Med. Sci., I.I. Dzhanelidze research institute of emergency medicine, St. Petersburg  
andreysin2013@yandex.ru

**Sinenchenko G.** — Dr. Med. Sci., Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg  
andreysin2013@yandex.ru

**Sirotnina N.** — Berezniki branch Perm national polytechnic research university  
nsirotnina117@mail.ru

**Sohov S.** — DM, professor, Moscow State University of Medicine and Dentistry  
drsokhov@yandex.ru

**Soltanova I.** — PhD student in medicine, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan  
geray.80@mail.ru

**Soskov A.** — Graduate student, Kaluga State University K.E. Tsiolkovsky  
alekcandr-angel@mail.ru

**Stanchina Yu.** — Post-graduate student, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov  
juvfresh@yandex.ru

**Stasevich N.** — Doctor of Medical Sciences, National Scientific Institute of Public Health Research. Semashko”  
n.stasevich@outlook.com

**Stekolnikov N.** — Phd, Saratov State Medical University  
nimph2008@yandex.ru

**Streltsov A.** — Professor, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky  
biomona@mail.ru

**Studenikin A.** — Research Engineer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «North Caucasus Federal University»  
studentstavropol@mail.ru

**Tarabrina Y.** — Ph.D. in Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE «South-Urals State Medical University» MOH Russia (Chelyabinsk)  
julikol@mail.ru

**Tikhonov M.** — Cand. Sc. (Technology), associated professor, National Research University of Electronic Technology  
kurotenshi91@yandex.ru

**Timerbulatov M.** — MD, professor, Bashkir State Medical University (Ufa)  
timerm@yandex.ru

**Tishakova V.** — Surgeon of the surgical department of Surgery Center of Branch No.1 of the Main Military Clinical Hospital named after Academician N.N. Burdenko; applicant of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center (Moscow)  
tishakova21@gmail.com

**Trofimets E.** — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia  
ezemifort@inbox.ru

**Trofimets V.** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Saint-Petersburg Mining University  
zemifort@inbox.ru

**Tsvetkova M.** — PhD, Moscow State University of Medicine and Dentistry  
tsvetkova-orthodont@inbox.ru

**Ustyuzhina A.** — Obstetrician-gynecologist, Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joasaph  
alexandrashevchenko@yandex.ru

**Vasiliev I.** — Specialist, Ufa College of Radioelectronics, Telecommunications and Security  
stormcreator@inbox.ru

**Velichko A.** — Postgraduate student, Kuban State Technological University (Krasnodar)  
aleksandravelichko@mail.ru

**Vischipanov A.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, FGAOU VO «Russian National Research Medical University. N.I. Pirogov» of the Ministry of Health of RF

**Yaitsky A.** — Senior lecturer, Samara State University of Social Sciences and Education  
yaitsky@sgspu.ru

**Zhurbenko V.** — Kursk state medical University  
prepvermed@mail.ru

**Ziganshin T.** — Cand. Sc. (Medicine), Baskortostan State Clinic №21 Ufa  
tim.zig2012@yandex.ru

## Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

**За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.**

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

### Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением ".doc", или ".rtf", шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

### Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

### Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» ( e-mail: redaktor@nauteh.ru ).