

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№5 2020 (МАЙ)

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>

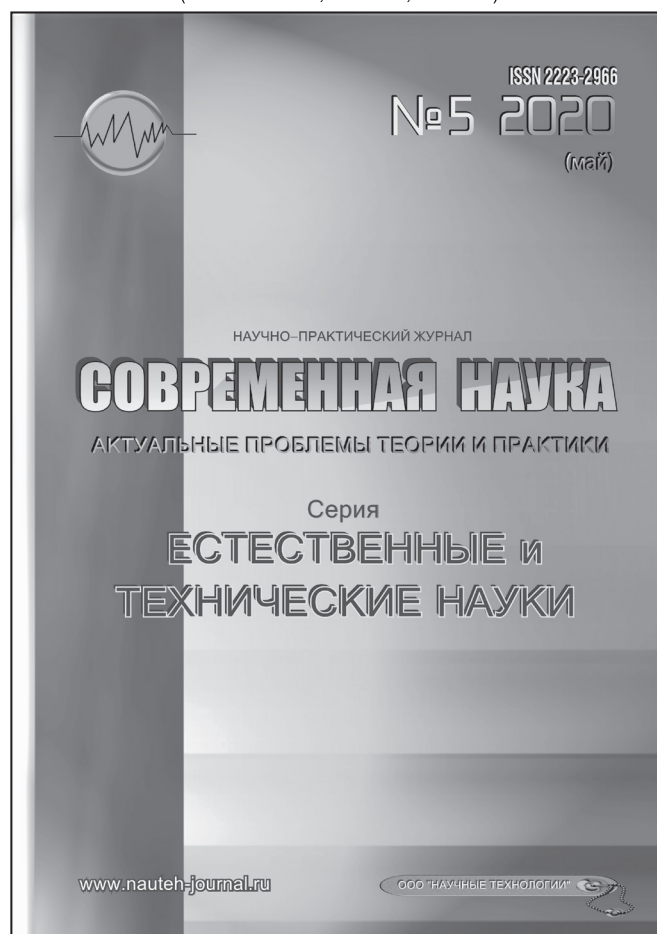
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

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 25.05.2020 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

**Александрова Е. Ю., Воронов А. А.** —

Морфометрические характеристики  
хвои ели сибирской в зоне воздействия  
комбината «Североникель»

*Alexandrova E., Voronov A.* — Morphometric  
characteristics of siberian spruce (*Picea obovata*)  
needles in the districts of industrial complex  
«Severonikel» impact. .... 7

**Евстифеева Т. А., Глуховская М. Ю.** —

Коэффициент комплексности как инструмент  
оценки уровня загрязнения и способности  
к самоочищению водного объекта

*Evstifeeva T., Glukhovskaya M.* — Multipurpose  
coefficient as a tool for estimating a pollution level  
and ability for self-purification of a water object. .... 13

**Корчагина Т. А.** — Встречаемость и численность  
форгутных инфузорий (*Ciliophora, Ciliata*) у лосей  
(*Alces alces L.*) Челябинской и Омской популяций

*Korchagina T.* — Occurrence and number of infusoria  
of stomach (*Ciliophora, Ciliata*) in elk (*Alces alces L.*)  
of the Chelyabinsk and Omsk populations .... 19

**Кудайбергенова А. К., Ахметсадыкова Ш. Н.,  
Бегдильдаева Н. Ж., Ахметсадыков Н. Н.** —

Анализ микрофлоры и функциональных  
пробиотических свойств верблюжьего  
молока и продуктов на его основе

*Kudaibergenova A., Akhmetsadykova Sh.,  
Begdildaeva N., Akhmetsadykov N.* — Analysis of the  
composition and functional probiotic properties of  
microflora of camel milk and products based on it .... 26

**Леонтьев В. В.** — Краткий обзор энтомофауны  
пластинчатоусых жуков (*Coleoptera: Scarabeidae*)  
Республики Татарстан

*Leontyev V.* — Overview of plate beetles  
entomofauna (*Coleoptera: Scarabeidae*)  
of the Republic of Tatarstan .... 31

**Мехбалиева Е. Д.** — Реакции некоторых  
эндокринных желез у крысят – самцов  
на гипоксию во второй фазе полового созревания

*Mehbaliyeva E.* — Reactions of some endocrine  
glands in male infant rats to hypoxia  
at the second stage of sexual maturation ..... 36

**Морякина С. В., Анзоров В. А.** — Особенности  
воздушной проводимости звуков у студентов  
в результате воздействия учебной и физической  
нагрузки

*Moryakina S., Anzorov V.* — Features of air conductivity  
of sounds in students as a result of impact of training  
and physical activity ..... 39

**Морякина С. В., Анзоров В. А.** — Изменение  
показателей костной слуховой проводимости  
у студентов при умственной нагрузке на основе  
аудиометрии

*Moryakina S., Anzorov V.* — Change of bone  
auditory conductivity in students at mental  
load based on audiometry ..... 44

**Тимофеева И. В., Кустикова М. А.** —  
Оптимизация модели глобального  
биогеохимического цикла углерода

*Timofeeva I., Kustikova M.* — Optimization of the  
global biogeochemical carbon cycle model. .... 49

**Юнусов Э. Р.** — Микобиота Масазырского  
озера: таксономическая структура  
и территориальное распределение,  
спецификация, анализ отдельных родов

*Yunusov E.* — Mycobiota of Masazir lake:  
the taxonomic structure, and their  
territorial distribution, specification  
and analysis of different genera ..... 53

Информатика,  
вычислительная техника и управление

**Амосов А. Г., Голиков В. А.** — Графоаналитический метод определения зависимости передаточного отношения многосвязных автопоездов при повороте на 90°

*Amosov A., Golikov V.* — Graphoanalytic method for determining the dependence of the gear ratio of multi-link road trains when turning 90° ..... 59

**Амосов А. Г., Михайлова Е. В.** — Вариативность использования серийной автомобильной продукции для выполнения специальных грузоподъемных задач

*Amosov A., Mikhailova E.* — Variability in the use of mass-produced automotive products for special load-lifting tasks. .... 68

**Бессольцев В. Е., Гильмуллин Р. М.** — Цифровой идентификатор веб-обозревателя на основе анализа времени исполнения javascript кода

*Bessoltsev V., Gilmullin R.* — Digital web browser identifier based on javascript code performance time analysis ..... 73

**Брюханов К. В., Петров В. В., Авксентьева Е. Ю.** — Анализ существующих проблем в организации непрерывной доставки и развертывании программного продукта

*Bryukhanov K., Petrov V., Avksentieva E.* — Analysis of existing problems in organizing continuous delivery and deploying the software product ..... 79

**Голиков В. А., Михайлова Е. В.** — Семантический анализ номенклатуры запасных составных частей сложной технической системы

*Golikov V., Mikhailova E.* — Semantic analysis of the nomenclature of spare parts of a complex technical system ..... 83

**Давтян А. В., Меликян К. А.** — Система управления и моделирования беспилотного летательного аппарата Parrot

*Davtyan A., Melikyan K.* — Parrot unmanned area vehicle control system and modeling ..... 87

**Музычин В. В., Мацевский С. В.** — Исследование возможности использования рекуррентной нейронной сети Хопфилда для решения задачи коммивояжера

*Muzychin V., Matsievsky S.* — Using possibility investigation of recurrent Hopfield network to travelling salesman problem solving ..... 93

**Огородникова О. В., Дубровин А. С.** — Кластеризация в графовых системах управления базами данных

*Ogorodnikova O., Dubrovin A.* — Clustering in graphic database management systems ..... 100

**Петров В. В., Брюханов К. В., Авксентьева Е. Ю.** — Сетевой мониторинг: анализ сетевого трафика с помощью ELK

*Petrov V., Bryukhanov K., Avksentieva E.* — Network monitoring: network traffic analysis using ELK ..... 102

**Рубцов Д. В.** — Использование шаблона «сага» для поддержания согласованности данных в микросервисной архитектуре

*Rubtsov D.* — Using “saga” pattern for providing consistency in microservice architecture ..... 106

**Савинов С. В.** — Особенности и способы организации маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся Ad Hoc сетях

*Savinov S.* — Features and ways to organize routing in wireless self organizing Ad Hoc networks ..... 112

**Терентьева Е. В.** — Разработка требований к функциональным возможностям системы помощи принятия решений для решения задач формирования смеси

*Terentyeva E.* — Development of requirements for the functionality of the decision support system for solving problems of mixture formation ..... 116

**Чайковский Д. С., Гулевич Н. А., Пчелинцева Е. Г.** — Программная реализация вычислительного графа для параллельных вычислений

*Chaikovsky D., Gulevich N., Pchelinceva E.* — The implementation of the computational graph for parallel computing ..... 119



## Клиническая медицина

**Алехина А. В., Силютин М. В., Чернов А. В., Тестова С. Г., Таранина О. Н.** — Актуальные вопросы развития геронтологии и гериатрии в России и мире

*Alyokhina A., Silyutina M., Chernov A., Testova S., Taranina O.* — Topical issues of gerontology and geriatrics development in Russia and the world. . . . 126

**Бокова Е. О., Васюкова О. А.** — Конкременты мочевой кислоты у детей: эпидемиология, диагностика, лечение и профилактика (обзор литературы)

*Bokova E., Vasyukova O.* — Uric acid urinary stones in children: epidemiology, diagnostics, treatment and prevention (literature review) . . . . . 131

**Верзакова И. В., Путенихин С. Ю., Гумерова Г. Т., Верзакова О. В.** — Контрастно-усиленное ультразвуковое исследование в дифференциальной диагностике рака щитовидной железы

*Verzakova I., Putenikhin S., Gumerova G., Verzakova O.* — Contrast-enhanced ultrasonic examination in differential diagnosis of thyroid cancer. . . . . 136

**Гендугова О. М., Бозиева Д. С., Нагоева Э. А., Хулаева А. И.** — Фрактуры эмали (CrazeLines): вмешиваться или мониторить?

*Gendugova O., Bozieva D., Nagoeva E., Hulaeva A.* — Enamel fractures (Craze Lines): intervene or monitor? . . . . . 140

**Жевлаков А. А., Бородулина И. И.** — Современные взгляды на этиопатогенез, диагностику и терапию парадентальной кисты (литературный обзор)

*Zhevlakov A., Borodulina I.* — Modern views on etiopathogenesis, diagnosis and therapy of paradental cyst (literary review) . . . . . 143

**Зубкова Т. В.** — Актуальность стоматологического просвещения лиц пенсионного возраста в сельской местности

*Zubkova T.* — Relevance of dental education of personal age persons in rural areas . . . . . 152

**Ильина Р. Ю., Мухамеджанова Л. Р., Никитина Л. И.** — Микроэлементный профиль твёрдых тканей зуба и костной ткани челюстей у пациентов с психиатрической патологией

*Ilyina R., Muhamedzhanova L., Nikitina L.* — Trace elements of hard tissue of teeth and bone of jaw in psychiatric patients . . . . . 156

**Камаева Т. А.** — Оценка эффективности вспомогательных репродуктивных технологий в ранние сроки беременности

*Kamaeva T.* — Evaluation of the effectiveness of assisted reproductive technologies in early pregnancy. . . . . 160

**Коновалова О. Г., Яшнов А. А., Ханина Ю. С., Яшнова Н. Б., Бурцева М. А.** — Торакальный актиномикоз (обзор)

*Konovalova O., Yashnov A., Hanina Yu., Yashnova N., Burtseva M.* — Thoracic actinomycosis (review). . . . . 164

**Косых Е. В., Коротких И. Н., Филин А. А.** — Оценка эффективности лечения хронического эндометрита у пациенток при подготовке к вспомогательным репродуктивным технологиям

*Kosykh E., Korotkikh I., Filin A.* — Evaluation of the effectiveness of the treatment of chronic endometritis in patients in preparation for assisted reproductive technologies. . . . . 167

**Косых Е. В., Коротких И. Н.** — Роль макрофагов в оценке эффективности иммунотерапии хронического эндометрита

*Kosykh E., Korotkikh I.* — The role of macrophages in assessing the effectiveness of immunotherapy of chronic endometritis . . . . . 173

**Кочнева А. О., Егоров В. И.** — Современные возможности и перспективы в лечении папилломатоза гортани

*Kochneva A., Egorov V.* — Modern opportunities and prospects in the treatment of laryngeal papillomatosis . . . . . 179

<b>Макарова Н. И., Булкина Н. В., Малькова М. И., Куряев И. Р., Подрубиллин А. В.</b> — Дентальная имплантация и курение: современное состояние проблемы <i>Makarova N., Bulkina N., Mal'kova M., Kuryaev I., Podrubilin A.</i> — Dental implantation and smoking: current state of the problem. .... 185	<b>Попова К. А., Рыжов А. В., Данилова Я. А., Малынина А. В., Сычев И. В., Прокопова Н. Н., Белова Л. А., Шулигина И. В.</b> — Особенности патогенеза и фармакологической терапии у больных диабетической энцефалопатией <i>Popova K., Ryzhov A., Danilova Ya., Malynina A., Sychev I., Prokopova N., Belova L., Shuligina I.</i> — Features of pathogenesis and pharmacological therapy of patients with diabetic encephalopathy. .... 207
<b>Маргарян А. С., Супельников А. А.</b> — Иссечение эпителиально-копчикового хода совместно с эпителиально-копчиковой кистой. Современный подход к пластике послеоперационного дефекта <i>Margaryan A., Supelnikov A.</i> — Excision of epithelial-corsyx passage together with epithelial-corsyc fir. Modern approach to postoperative defect plastic ..... 190	<b>Родин О. В., Колосунин И. А., Козлов С. А., Паркин П. Н., Мелишева А. Н.</b> — Применение амниотической мембраны в лечении диабетических язв стопы (обзор литературы) <i>Rodin O., Kolosunin I., Kozlov S., Parkin P., Melysheva A.</i> — Application of the amniotic membrane in the treatment of diabetic foot ulcers review of literature ..... 213
<b>Мозжегорова И. В., Дарвин В. В., Степанов А. В., Девяткина Т. В.</b> — Ультразвуковые технологии в диагностике и лечении больных с панкреонекрозами <i>Mozzhegorova I., Darvin V., Stepanov A., Devyatkina T.</i> — Ultrasonic technologies in diagnostics and treatment of patients with pancreonecrosis ..... 193	<b>Сметанкина А. В.</b> — Диагностика инфекций, передающихся половым путем при помощи пьезокварцевого микровзвешивания <i>Smetankina A.</i> — Diagnosis of sexually transmitted infections by using quartz crystal microbalance method. .... 219
<b>Палютина Е. Ю., Козловская И. А.</b> — Медико-социальные факторы риска тяжелой асфиксии новорожденных <i>Paliutina E., Kozlovskaya I.</i> — Medical and social risk factors of neonatal asphyxia ..... 197	<b>Чернобровкина М. И., Силин А. В.</b> — История развития, исторические аспекты и современное состояние проблемы реабилитации пациентов с врожденной расщелиной лица <i>Chernobrovkina M., Silin A.</i> — Historical aspects and the current status of rehabilitation of cleft patients ..... 223
<b>Плечев В. В., Ишметов В. Ш., Юсупов Р. Х., Гилемханов А. Р.</b> — Новый подход к лечению аневризмы брюшной аорты <i>Plechev V., Ishmetov V., Yusupov R., Gilimkhanov A.</i> — A new approach to treatment of abdominal aortic aneurism ..... 202	<b>Информация</b> Наши авторы. Our Authors. .... 229
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале ..... 233

# МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХВОИ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМБИНАТА «СЕВЕРОНИКЕЛЬ»

**Александрова Евгения Юрьевна**

К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Мурманский арктический  
государственный университет» (г. Мурманск)  
dzhessika\_www@mail.ru

**Воронов Алексей Александрович**

Главный специалист-эксперт, Балтийско-  
Арктическое межрегиональное управление Федеральной  
службы по надзору в сфере природопользования

## MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF SIBERIAN SPRUCE (PICEA OBOVATA) NEEDLES IN THE DISTRICTS OF INDUSTRIAL COMPLEX «SEVERONIKEL» IMPACT

**E. Alexandrova  
A. Voronov**

*Summary.* The estimation of a condition of Siberian spruce located around the industrial enterprise "Severonikel" is given on the basis of phytoindication methods in the article. Morphometric indices of Siberian spruce fir needles are studied. The anthropogenic degradation initial stage of spruce plantations in the zone of Monchegorsk industry influence is revealed. It is shown that the chronic pollution of forest communities has a detrimental effect on the growth, development and condition of trees. The data obtained as part of study allow us to identify the negative trends associated with the systematic atmospheric air pollution on the territory of Murmansk region. Captured data suggests the ways of the air quality monitoring system improvements at the regional level.

*Keywords:* technogenic pollution, phytoindication, Siberian spruce, damage degree of fir needles drying, morphometric characteristics.

*Аннотация.* В статье приведены результаты фитоиндикационной оценки состояния популяции ели сибирской, произрастающей вблизи промышленного комбината «Североникель». Изучены морфометрические показатели хвои ели сибирской, выявлена начальная стадия антропогенной дигрессии еловых насаждений в зоне влияния промышленности г. Мончегорска. Показано, что хроническое загрязнение лесных сообществ оказывает негативное влияние на рост, развитие и состояние деревьев. Данные, полученные в ходе исследования, позволяют выявить негативные тенденции, связанные с систематическим загрязнением атмосферного воздуха на территории Мурманской области, и предложить пути совершенствования системы контроля за качеством атмосферного воздуха на региональном уровне.

*Ключевые слова:* техногенное загрязнение, фитоиндикация, ель сибирская, степень повреждения и усыхания хвои, морфометрические характеристики.

**А**ктивное развитие горнодобывающей и металлургической промышленности, сопровождающееся высокой степенью аэротехногенного загрязнения, обуславливает увеличение сбоев в гомеостатических механизмах компонентов биоценозов. При этом северные экосистемы подвергаются разрушительному воздействию в большей степени. Это связано с природно-климатическими условиями, которые обуславливают специфику северных экосистем: снижение устойчивости к загрязнению среды, уязвимость, замедление процессов самоочищения. В связи с этим актуальность приобретает систематическая оценка качественного состояния северных фитоценозов в условиях аэротехногенного загрязнения.

На Кольском полуострове находится предел в пространстве хвойных растений, что обуславливает их особую чувствительность к дополнительным стрес-

совым факторам, и делает удобными объектами для экологических исследований. Визуально наблюдаемые изменения хвои (отклонения в развитии кроны, хлорозы и некрозы, снижение линейных и площадных параметров, общая сухая масса и др.) могут рассматриваться как информативные показатели аэротехногенного загрязнения.

Целью исследования являлось изучение морфометрических характеристик хвои ели сибирской в районе воздействия комбината «Североникель» (промышленная площадка АО «Кольская горно-металлургическая компания»).

Исследование проводилось в июле 2019 г.: определялась степень повреждения хвои ели сибирской в ходе дигрессионной сукцессии, проводился анализ морфометрических характеристик хвои как параметров ростовых

процессов, осуществлялась оценка жизненного состояния и отклонений в архитектонике кроны ели сибирской в районе воздействия комбината «Североникель».

Образцы ели сибирской собирались на территории Мончегорского района Мурманской области, в тундровой зоне. Климат в данном районе умеренно суровый (средняя температура января составляет — 13 °С, сильные морозы бывают редко, господствуют северные, северо-восточные и северо-западные ветра, холодное короткое лето (средняя температур июня +13 °С), суточный ход температур плавный, климат сильно влажный (годовое количество осадков — 410 мм, треть из которых — в виде снега). Снежный покров лежит более 200 дней в году. В лесной зоне преобладают маломощные подзолистые почвы. На юге и западе полуострова преобладают сосновые и елово-березовые леса [1].

Древесный ярус представлен елью, сосной и березой. Древостой, в основном, одноярусный, подлесок не выражен. В травянисто-кустарничковом ярусе доминируют водяника обоеполая (*Empetrum hermaphroditum*), черника миртолистная (*Vaccinium myrtillus*), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea*). Также встречается голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*) и багульник болотный (*Ledum palustre*). Разнотравья и злаковых не много. Мохово-лишайниковый ярус сформирован зелеными мхами: плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi*), дикранум многоножковый (*Dicranum polysetum*), лишайниками: многочисленные представители из р. *Cladonia* — кладония дюймовая (*Cladonia uncialis*), кладония курчавая (*Cladonia crispata*), кладония рогатая (*Cladonia cornuta*), кладония стройная (*Cladonia gracilis*).

Исследования Т.В. Арсеньевой и Т.А. Сухаревой подтверждают, что основным источником загрязнения в исследуемом районе является крупнейший на Севере Европы медно-никелевый комбинат «Североникель». В составе выбросов в атмосферу обнаруживается медь, никель, кобальт, двуокись серы и пыль [1, 7].

Исследования, проводимые сотрудниками ПАБСИ КНЦ РАН, показали, что за последние несколько десятков лет наблюдалось снижение выбросов загрязняющих веществ со стороны комбината «Североникель». Однако концентрации металлов в снежном покрове, почве и осадках, по-прежнему, превышают допустимые нормы.

Г.М. Кашулиной и Н.В. Салтан совместно с Кольским геологическим информационно-лабораторным центром показано, что в исследуемом районе наблюдается высокая ассимиляция растениями никеля, меди, марган-

ца и цинка [3]. Более поздними работами данных авторов подтверждена многолетняя негативная тенденция накопления металлов в 2002–2012 гг. [6]. Отмечается, что отношение медианы концентраций металлов в хвое ели сибирской к фону в исследуемом районе варьирует от 0,5 (для марганца и цинка) до 32 (по никелю).

Объектом исследования являлась одна из наиболее распространенных пород региона — ель сибирская (*Picea obovata Ledeb.*), которая участвует в формировании древостоя северо-таежных ельников кустарничково-зеленомошных на северном пределе распространения хвойных растений.

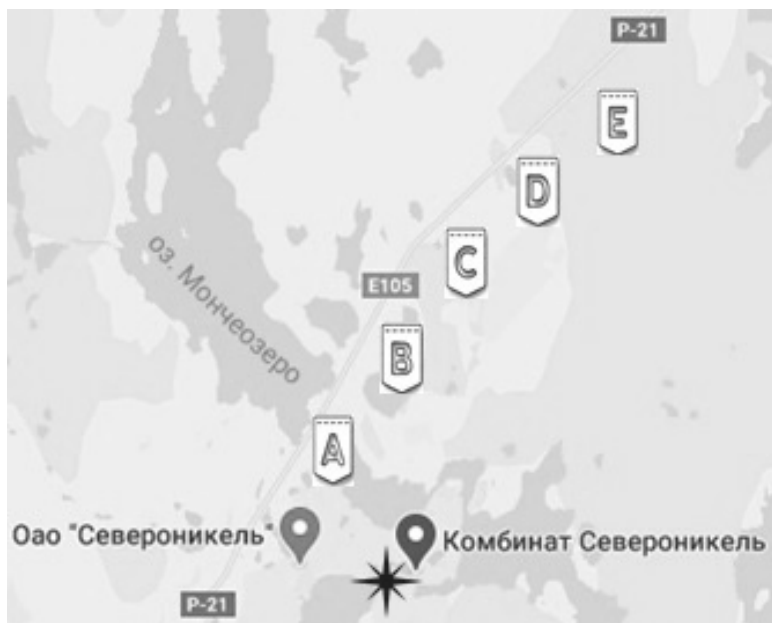
В лесных сообществах Кольского Севера древесный ярус сформирован елью сибирской и березой пушистой, с участием ивы козьей и сосны обыкновенной. Доля ели сибирской в древесном ярусе не более 15% по запасу, еловых лесов — 60–90%. В составе подроста ель занимает подчиненное положение (не более 30% по плотности) [4].

Ель сибирская — вечнозеленое однодомное дерево высотой до 30 м с узкой конусовидной кроной и прямым стволом, имеет мелкие яйцевидно-цилиндрические шишки с выпуклыми широкими, закругленными по краю, цельнокрайними чешуями. Побеги покрыты короткими рыжими волосками, хвоя темно-зеленая, четырехгранная. Размер хвои варьирует в пределах 7–20 мм. Корневая система поверхностная, стержневой корень слабо развит, что обуславливает значительную ветровальность елей. В условиях Кольского полуострова из-за сильных ветров приобретает стланиковую форму, способна выдерживать вечную мерзлоту. Продолжительность жизни ели сибирской составляет 250–300 лет [1].

Северо-таежным еловым лесам Кольского Севера свойственна высокая степень разреженности и низкая плотность посадки. В связи с этим кроны елей опушены намного ниже, чем в южно-таежных и хвойно-широколиственных лесах [4].

Еловые леса Мурманской области с преобладанием ели сибирской занимают около 38% всего лесопокрытия. Чистые еловые насаждения, как правило, не встречаются. Семенной зрелости ель в северных насаждениях достигает в возрасте 50–70 лет, на вырубках и опушках — в 30–40 лет. Ель сибирская предпочитает влажные почвы, не выносит иссушения, отличается слабой дымо- и газоустойчивостью.

Ухудшение условий произрастания усиливает защитную реакцию ели сибирской, в то же время она обладает более узкой адаптивной амплитудой, чем другие хвойные. В связи с этим ель сибирская более чувствительна



\* — источник загрязнения (комбинат «Североникель»);

А — пробные площади (А-Е).

Рис. 1. Размещение пробных площадей

к промышленному загрязнению среды, чем, например, сосна обыкновенная [1].

## Материалы и методы

Для организации исследования было заложено пять пробных площадей (А-Е) в Мончегорском районе по оси факела выбросов комбината «Североникель» с учетом преобладающего северо-восточного направления ветра (рис. 1).

Пробные площади были заложены на удалении 2,5 км друг от друга по принципу зонирования территории по комплексному показателю загрязнения атмосферного воздуха в импактной (0–5 км) и буферной (7,5–12,5 км) зонах.

Для каждой пробной площади устанавливалась стадия дигрессионной сукцессии: стадия техногенной пустоши — 0–2 км, стадия техногенного редколесья (А-В) — 2,5–5 км, стадия затухающей дефолиации (С-Д) — 7,5–10 км, стадия интенсивной дефолиации (Е) — 12,5 км. Также были выбраны зоны слабого загрязнения, приближенные к фоновой: (F) — вблизи оз. Чайка (в лесополосе, 8 км от Восточно-Объездной дороги) и (G) — оз. Лапоть (Кольский Район, 16-й км Серебрянского шоссе).

На каждой пробной площади анализировали 20 деревьев. Отбор хвои производился из верхней трети кроны в вегетационный период. Хвоя сортировалась

по возрастным группам. Морфометрическое обследование включало замеры длины и ширины хвои, оценку степени повреждений ассимилирующих органов (хлорозы, некрозы). Длина хвои различных возрастных классов измерялась с точностью до 1 мм. Также определялась максимальная продолжительность жизни хвои и рассчитывалась общая сферическая поверхность хвои по А. И. Уткину [9]. Класс повреждения хвои устанавливались по Т. А. Сухаревой: неповрежденная (1 класс, 0%), слабо-поврежденная (2 класс, до 25%), умеренно-поврежденная (3 класс, до 75%), сильно-поврежденная (4 класс, более 75%) [7].

Отклонения в архитектонике кроны ели сибирской определяли визуально. Оценка категории жизненного состояния хвойных растений проводилась по Е. Г. Мозолевской: без признаков ослабления, ослабленные, сильно ослабленные, усыхающие, сухостой текущего года, сухостой прошлый лет. Исследуемым деревьям присваивался класс устойчивости: 1 класс — биологически устойчивые, 2 класс — нарушенная устойчивость, 3 класс — утратившие устойчивость [5].

## Полученные результаты и их обсуждение

Хвоя ели сибирской в фоновых условиях имеет продолжительность жизни 8–13 лет. Количество возрастных классов хвои зависит от ветвления побега, обычно не превышает 5.

Таблица 1. Морфометрические характеристики хвои ели сибирской в зоне воздействия комбината (для побегов 1–2 года)

Параметр / Пробная площадь		A	B	C	D	E
Длина хвои (фон: 10–12 мм)	Диапазон длины, мм	8–10	9–11	10–11	10–12	12–14
	Медиана/фон	0,82	0,91	0,95	1,0	1,18
Общая поверхность хвои, мм <sup>2</sup>	Медиана общей поверхности	20,63	20,08	29,78	34,25	44,84
	Медиана/фон	0,57	0,55	0,82	0,94	1,24
Повреждение хвои (фон: 15%)	Медиана повреждения, %	78,2	68,2	59,1	46,6	24,0
	Медиана/фон	5,21	4,54	3,94	3,11	1,6

Таблица 2. Жизнеспособность ели сибирской (%)

Пробная площадь	без признаков ослабления	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	сухой текущий год	сухой прошлый лет
A	0%	0%	79,20%	20,80%	0%	0%
B	0%	6%	90,40%	3,20%	0,40%	0%
C	22,80%	58,40%	16,80%	0,80%	0,40%	0%
D	26,40%	64%	8%	0,80%	0,40%	0,40%
E	30%	63,20%	6%	0,40%	0,40%	0%
F <sub>фон</sub>	88,80%	10%	1,20%	0%	0%	0%
G <sub>фон</sub>	85,20%	12,80%	2%	0%	0%	0%

Максимальных размеров хвоя достигает на побегах I–II порядков, минимальная — V порядка. В фоновых условиях средний возраст хвои ели сибирской составляет: 10,2±2,2 лет (I порядок), 10,5±1,7 лет (II порядок), 8,6±1,8 лет (III порядок), 5,4±2,1 лет (IV порядок), 1,8±0,6 лет (V порядок). Большая часть хвои не обнаруживает признаков повреждения, доля хлорозов и некрозов не превышает 15%. Наиболее поврежденной оказывается хвоя последних лет жизни (старовозрастная). На молодой хвое не более 2% повреждений.

Средняя длина хвои в фоновых условиях составляет 11,4±0,05 мм (минимальная длина — не более 3 мм, максимальная — 20 мм). Длина и общая поверхность хвои возрастает по мере старения побега.

В ходе деградиционной сукцессии зафиксирована нелинейная изменчивость морфометрических характеристик хвои ели сибирской. На начальной стадии дигрессии (интенсификация дефолиации) медиана общей поверхности (44,84 мм<sup>2</sup>) и длины хвои (12–14 мм) больше, чем в фоновой зоне (36,28 мм<sup>2</sup> и 10–12 мм). Это обусловлено увеличением подвижности минеральных эле-

ментов в почвенном покрове. На последующих стадиях (стадия затухающей дефолиации и стадия техногенного редколесья) отмечается ухудшение морфометрических характеристик: соотношение медианы к фоновому значению постепенно уменьшается (таблица 1).

Как показало исследование, вблизи источника загрязнения (A) степень повреждения хвои достигает 78,2%, хвоя отнесена к 4-му класса повреждения. Здесь преобладает однолетняя хвоя с длиной 8–10 мм, в то время как в фоновой зоне ее размер составляет 10–12 мм. В зоне интенсификации дефолиации (E) — 12–14 мм (2 класс повреждения), в зоне затухающей дефолиации и редколесья (B-D) — 9–12 мм (3 класс повреждения).

В условиях сильного аэротехногенного загрязнения отмечено снижение длины и общей поверхности хвои по сравнению с фоном. Для ширины такая зависимость проявляется не во всех случаях: в ряде проб ширина хвои приближается к фоновым значениям.

Сравнительный анализ площадей A-B показывает, что при значительном различии в размерах хвои, пло-

щади их поверхностей могут быть близкими по значениям. Это подтверждает результаты более ранних морфометрических исследований [2]. Исходя из этого, интегральные показатели для оценки хвои более удобны в экологических исследованиях. Также отмечено, что наиболее информативны данные по хвое первого года жизни, так как с возрастом в хвое формируется адаптация биосинтетических процессов к условиям среды.

Как показало исследование, в ходе интенсивной дефолиации продолжительность жизни хвои не отличается от фоновых значений. Для стадии затухающей дефолиации и техногенного редколесья этот показатель снижается (уменьшается число возрастных классов до 2-х, снижается порядок ветвления побегов до IV).

На расстоянии 0–2,0 км от источника загрязнения наблюдается стадия техногенной пустоши: хвойные растения отсутствуют. На пробных площадях А-В (2,5–5 км, стадия техногенного редколесья) большая часть растений отнесена к категории «утратившие устойчивость», на пробных площадях С-Е (7,5–12,5 км, стадия затухающей и интенсивной дефолиации) отмечается «нарушенная устойчивость». Фоновые объекты (F-G) отнесены к классу «биологически устойчивых».

Анализ состояния хвойных растений на исследуемой территории свидетельствует о том, что преобладающие средневозрастные деревья имеют значительные различия в жизнеспособности при удалении от источника загрязнения (таблица 2). Полученные данные подтверждают результаты ранее проводимых нами исследований (2018 г.) с использованием ели сибирской [10].

Исходя из классификации жизненных форм, ель сибирская относится к одноствольным деревьям. В то же время обнаруживаются и немногоствольные формы (2–3 ствола, раздвоение верхней части кроны от центра или на высоте до 0,5–1,3 м): (В) — 13%, (С) — 19%, (D) — 14%. Это обусловлено задержкой роста главной оси и раннего развития побегов из боковых (спящих) почек. При исследовании архитектоники ели сибирской на расстоянии до 7,5 км от источника загрязнения были обнаружены следующие отклонения: 1) ажурность (сквозистость) кроны — крона средней плотности с 25–50% просветов; 2) отклонения в пропорциях (нарушение пирамидальной формы кроны, непропорциональный рост побегов); 3) неравномерность отмирания нижних побегов до 0,5 м высоты (по одной из сторон главной оси), отмирание побегов по главной оси за исключением верхушки, отмирание центральной части кроны (по типу «песочные часы»); 4) нарушение ортотропного роста главной оси (искривление верхушки кроны, изменение угла роста); 5) слабая опушенность подроста, малорослость (до 2 м)

деревьев (на расстоянии до 7,5 км от комбината «Североникель»).

## Заключение

Аэротехногенное загрязнение в Мончегорском районе оказывает существенное влияние на все компоненты лесной растительности: происходит отмирание древостоя, разрушение нижних ярусов и внеярусной растительности.

При этом региональное загрязнение коррелирует с ответной реакцией биоценозов на техногенное загрязнение. Так, вблизи источника загрязнения (0–2,0 км) хвойные растения не произрастают вообще, наблюдается высокая степень деградации лесного биоценоза (стадия техногенной пустоши).

В условиях серьезного аэротехногенного загрязнения со стороны комбината «Североникель» морфометрические характеристики хвои ели значительно отклоняются от естественных пределов: уменьшаются размеры хвои, сокращается продолжительность жизни хвои, увеличивается густота побегов. Сильное атмосферное загрязнение усиливает дехромацию и дефолиацию кроны ели, у подростка они выражены слабее. Хлорозы приурочены, в основном, к верхушечной части хвоинок, также обнаруживаются микроскопические пятна некрозов из-за проникновения загрязняющих веществ через устьица и разрушенную кутикулу. Хлорозы отсутствуют у одно- и двухлетних побегов.

В ходе дигрессионной сукцессии зафиксирована нелинейная изменчивость морфометрических характеристик хвои ели сибирской. На территориях с интенсивной дефолиацией длина и общая сферическая поверхность хвои больше, чем в фоновых условиях (хвоя крупнее). На последующих стадиях дигрессии наблюдается уменьшение длины и общей сферической поверхности. Наименьшую общую сферическую поверхность имеет хвоя текущего года и однолетняя хвоя на стадии техногенного редколесья.

На стадии интенсивной дефолиации обнаруживается увеличение длины и общей сферической поверхности хвои, которое обусловлено повышенным содержанием в ассимилирующих органах элементов питания и снижением количества фенолов. Как отмечает Т.А. Сухарева [7], при снижении концентрации элементов питания (магния и кальция) до уровня дефицита наблюдается обратная тенденция, когда размеры хвои уменьшаются, усиливается синтез вторичных метаболитов — фенолов (на стадии техногенного редколесья и затухающей дефолиации).

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсеньева Т.В., Чавчавадзе Е. С. Эколого-анатомические аспекты изменчивости древесины сосновых из промышленных районов Европейского Севера. СПб: Наука, 2001, 109 с.
2. Есякова О.А., Степень Р. А. Индикация загрязнения атмосферы Красноярска по морфометрическим и химическим показателям хвои ели сибирской // Химия растительного сырья, 2008, № 1, с. 143–148.
3. Кашулина Г.М., Салтан Н. В. Химический состав растений в экстремальных условиях локальной зоны комбината «Североникель», Апатиты: КНЦ РАН, 2008, 239 с.
4. Катютин П.Н., Ставрова Н. И. Взаимосвязь возраста и величины диаметра особей в ценопопуляциях ели сибирской на разных стадиях послепожарных сукцессий // Известия Самарского научного центра РАН, 2012, т. 14, № 1(5), с. 1257–1260.
5. Мозолевская, Е. Г. Первичные и интегральные показатели состояния насаждений, используемые при мониторинге // Лесной вестник, 2000, № 6, с. 65–67.
6. Салтан Н. В. Динамика содержания тяжелых металлов в ассимилирующих органах растений локальной зоны воздействия комбината «Североникель» // Вестник МГТУ, 2013, т. 16, № 4, с. 793–802.
7. Сухарева Т. А. Химический состав и морфометрические характеристики хвои ели сибирской в условиях воздушного промышленного загрязнения. Автореферат дис. на соиск. учен. степ. к.б.н. Петрозаводск, 2004, 32 с.
8. Сухарева Т.А., Лукина Н. В. Химический состав и морфометрические характеристики хвои ели сибирской на Кольском полуострове в процессе деградиционной сукцессии лесов // Лесоведение, 2004, № 2, с. 36–43.
9. Уткин А. И. Площадь поверхности лесных растений: сущность, параметры, использование. М.: Наука, 2008, 292 с.
10. Aleksandrova E. Yu., Trotsenko A. A., Minchenok E. E., Kovaleva T. O., Katansky A. A. Bioindication potential of conifers for environmental assessment // AGRITECH-II—2019: IOP Conference Series: Earth and Environment Science. 2020. Vol. 421(1). P. 011001 (1–10). DOI: 10.1088/1755–1315/421/2/ 022036.

© Александрова Евгения Юрьевна (dzhessika\_www@mail.ru), Воронов Алексей Александрович.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Мурманский арктический государственный университет



## КОЭФФИЦИЕНТ КОМПЛЕКСНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И СПОСОБНОСТИ К САМООЧИЩЕНИЮ ВОДНОГО ОБЪЕКТА

### MULTIPURPOSE COEFFICIENT AS A TOOL FOR ESTIMATING A POLLUTION LEVEL AND ABILITY FOR SELF-PURIFICATION OF A WATER OBJECT

*T. Evstifeeva  
M. Glukhovskaya*

*Summary.* The quality of surface water in almost all water bodies, with very few exceptions, in Russia does not meet the regulatory requirements. The Orenburg region is no exception. The Ural river, as the main watercourse and source of water supply for municipal and industrial consumers, already brings water with a fairly high level of pollution to the territory of the region, since many settlements and industrial enterprises of the Chelyabinsk region and the Republic of Bashkortostan discharge sewage into it and its main tributaries. Industrial and municipal effluents in Orenburg exacerbate the problem of pollution in the Urals. This article provides a spatial and temporal assessment of the quality and natural capabilities of the water of the Ural river within the city of Orenburg and the Orenburg city district to self-purification due to the action of physical and biological factors.

*Keywords:* water multipurpose coefficient; extremely high level of water pollution; control target, background target, water self-purification, hydrobionts.

*Евстифеева Татьяна Александровна*

*К.с.-х. н., доцент, Оренбургский государственный университет  
ta\_evst@mail.ru*

*Глуховская Марина Юрьевна*

*К.т. н., доцент, Оренбургский государственный университет*

*Аннотация.* Качество поверхностных вод практически всех водных объектов, за очень редким исключением, территории России не отвечает нормативным требованиям. Оренбургская область не является исключением. Река Урал как основной водоток и источник водоснабжения коммунальных и промышленных потребителей, на территорию области уже приносит воды с достаточно высоким уровнем загрязнения, т.к. выше по течению реки в нее и основные притоки осуществляется сброс сточных вод многих населенных пунктов и промышленных предприятий Челябинской области и Республики Башкортостан. Промышленные и коммунальные стоки Оренбурга усугубляют проблему загрязнения Урала. В данной статье проведена пространственно-временная оценка качества и природных возможностей воды реки Урал в пределах г. Оренбург и Оренбургского городского округа к самоочищению за счет действия физических и биологических факторов.

*Ключевые слова:* коэффициент комплексности загрязненности воды; высокий и экстремально высокий уровень загрязнения; контрольный створ, фоновый створ, самоочищение воды, гидробионты.

**У**рал — это главная река Оренбургской области, пересекающая с востока на запад территорию 10 административных районов и имеющая общую протяженность в субъекте 1164 км. Почти 2/3 территории области относится к её бассейну.

Если учесть, что до границ Оренбургской области Урал пересекает территорию еще 2-х крупнейших субъектов РФ и общая площадь водосбора составляет 231 тыс. км, вполне объясним тот факт, что на территорию области вода Урала приходит уже с достаточно высоким уровнем загрязнения [1]. Подвергаясь дополнительному загрязнению на территории области, вода, практически теряет способность к самоочищению, т.к. высокий уровень загрязнения приводит к торможению естественных окислительных процессов, способствует гибели микроорганизмов и других гидробионтов, уча-

ствующих в природных процессах очистки, увеличивая скорость деградации водного объекта.

Это обуславливает необходимость существования системы непрерывного комплексного анализа состояния данного водотока. Такой анализ включает учет и контроль качественных и количественных характеристик во времени, наблюдений за гидрологическими, гидрохимическими гидробиологическими показателями состояния воды, с дальнейшим сбором, передачей и обработкой этих данных, что преследует цель своевременного выявления, прогнозирования и, в случае необходимости, предотвращения вероятных отрицательных процессов, снижающих качество воды.

При проведении мониторинга чрезвычайно важен выбор параметров контроля. Одним из самых инфор-

Таблица 1. Пограничные значения кратности превышения ПДК для веществ различных классов опасности

Ингредиенты и показатели качества воды	Кратность превышения ПДК для случаев	
	высокого уровня загрязненности	экстремально высокого уровня загрязненности
1-го — 2-го классов опасности	[3–5]	≥ 5
3-го — 4-го классов опасности, кроме нефтепродуктов, фенолов, меди, железа общего	[10–50]	≥ 50
4-го класса опасности — нефтепродукты, фенолы, медь, железо общее	[30–50]	≥ 50

мативных показателей, позволяющих оценить качество воды во времени и пространстве, является коэффициент комплексности загрязненности воды, который позволяет оценивать уровень загрязненности воды в пробе, створе, пункте, водотоке и т.д. Данный коэффициент используется для интерпретации результатов расчета в оценочные параметры поверхностного водного объекта. Это простая, и. в то же время, достаточно достоверная характеристика уровня негативного техногенного воздействия на поверхностные водоемы. Расчет значения коэффициента комплексности загрязненности воды  $K$  проводится для каждого результата анализа по формуле:

$$K_{fj} = \frac{N_{fj}}{N_{fj}} \times 100 \%, \quad (1)$$

где  $K_{fj}$  — коэффициент комплексности загрязненности воды в  $f$ -м результате анализа для  $j$ -го створа;

$N_{fj}$  — количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, содержание или значение которых превышает соответствующие им ПДК в  $f$ -м результате анализа для  $j$ -го створа;

$N_{fj}$  — общее количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, определенных в  $f$ -м результате анализа для  $j$ -го створа [2].

Интервал времени, который подлежит оценке, в данной методике охарактеризован посредством среднего значения коэффициента комплексности  $K_j$ :

$$K_j = \frac{\sum_{f=1}^n K_{fj}}{n_{kj}}, \quad (2)$$

где  $n_{kj}$  — общее количество результатов анализа воды, для которых рассчитаны значения коэффициента комплексности в  $j$ -м створе за  $k$ -й период времени [2].

С целью выявления частоты встречаемости высокого и экстремально высокого уровней загрязнения проводятся расчеты учитывающие количество веществ, фактическая концентрация которых превышает ПДК в соответствии границами, обозначенными в таблице 1.

При высоком уровне загрязнения воды, коэффициент комплексности рассчитывается следующим образом:

$$K_{взфj} = \frac{N_{взфj}}{N_{fj}} \times 100\%, \quad (3)$$

где  $K_{взфj}$  — коэффициент комплексности высокого уровня загрязнения воды для  $f$ -го результата химического анализа в  $j$ -м створе;

$N_{взфj}$  — количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, содержание или значение которых превышает соответствующие им критерии высокого загрязнения [2].

Аналогично рассчитываются коэффициенты для экстремально высокого уровня загрязнения, но в числитель в этом случае выносится число ингредиентов, концентрация которых превышена в количество раз, обозначенных для данной категории [3].

Значения  $K$ ,  $K_{БЗ}$  и  $K_{ЭБЗ}$  могут применяться как для оценки современного состояния водоема, так и с целью определения тенденций изменения качества воды за определенный промежуток времени или для сравнительного анализа уровня загрязнения воды в различных водных объектах.

Низкое значение коэффициента ( $K < 10\%$ ), свидетельствует о том, что загрязнение сформировано единичными веществами. Высокое значение  $K$  ( $\geq 10\%$ ), свидетельствует о низком качестве воды и повышенном влиянии на водный объект антропогенных факторов.

В процессе исследований в качестве пунктов отбора проб для проведения химического анализа воды выбраны три последовательно расположенных створа (фоновый и два контрольных), в соответствии с требованиями для водотоков, характеризующихся интенсивным водообменом и значительным стоком загрязнителей, расположенных на территории г. Оренбург и Оренбургского городского округа:

Таблица 2. Динамика значений коэффициента комплексности загрязненности воды (К),%

Створы	Годы												K <sub>ср</sub> 2007– 2018
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
СФ	28,3	30,1	28,7	33,8	32,5	35,7	34,1	32,5	35,7	29,2	26,2	31,8	31,6
СК1	51,4	46,7	42,2	47,9	41,3	44,1	45,7	44,5	45,7	34,6	40,3	46,7	44,3
СК2	33,3	35,2	30,2	38,4	34,1	37,2	35,2	32,7	37,2	30,2	35,1	34,3	34,4

Примечание: СФ — фоновый створ; СК1 — Контрольный створ (0,5 км ниже ГОС); СК2 — Контрольный створ (5,0 км ниже ГОС)

Таблица 3. Результаты ранжирования значений коэффициентов комплексности загрязненности воды за период исследования

Фоновый створ			Контрольный створ (0,5 км ниже ГОС)			Контрольный створ (5,0 км ниже ГОС)		
К	годы	ранг	К	годы	ранг	К	годы	ранг
35,7	2012	1	51,4	2007	1	38,4	2010	1
35,7	2015	1	47,9	2010	2	37,2	2012	2
34,1	2013	2	46,7	2018	3	37,2	2015	2
33,8	2010	3	46,7	2008	3	35,2	2008	3
32,5	2011	4	45,7	2013	4	35,2	2013	3
32,5	2014	4	45,7	2015	4	35,1	2017	4
31,8	2018	5	44,5	2014	5	34,3	2018	5
30,1	2008	6	44,1	2012	6	34,1	2011	6
29,2	2016	7	42,2	2009	7	33,3	2007	7
28,3	2007	8	41,3	2011	8	32,7	2014	8
28,7	2009	9	40,3	2017	9	30,2	2009	9
26,2	2017	10	34,6	2016	10	30,2	2016	9

- ◆ фоновый — в черте города;
- ◆ 1-й контрольный (СК 1) — на расстоянии 500 м ниже сброса сточных вод городскими очистными сооружениями (ГОС);
- ◆ 2-й контрольный (СК 2) — на расстоянии 5000 м ниже ГОС [4].

При расчете коэффициента (К) соблюдались условия учета приблизительно равного количества анализируемых ингредиентов. Допустимая разница составляла не более 30%.

Полученные данные за 11 лет исследования по трем створам сведены в таблицу 2.

Представленные в таблице результаты расчетов позволяют определить такие экстремальные величины вариационных рядов, как  $K_{min}$  и  $K_{max}$ . Для фонового створа они равны 26,2% и 35,7%, для контрольного створа (СК 1) — 34,6% и 51,4%, для контрольного (СК 2) — 30,2% и 38,4%. Средние значения коэффициентов комплексности загрязненности воды, соответственно, равны: 31,6; 44,3; 34,4.

Низкий размах полученных значений (9,5, 16,8 и 8,2) для вышеуказанных створов, свидетельствует о стабильности, проявляющейся в постоянном, достаточно высоком уровне загрязнения.

Во всех створах за весь период исследования величина коэффициента комплексности загрязненности воды не опускалась ниже 26%, что более чем в 2,5 раза превышает значение верхней границы показателя, свидетельствующего о загрязнении воды единичными веществами. Таким образом, полученные значения подтверждают, что превышение ПДК наблюдается по значительному перечню ингредиентов.

В течение всего исследуемого периода, наибольшее количество веществ, фактическая концентрация которых превышает нормативные значения, характерно для проб, отобранных в контрольном створе, расположенном в 0,5 км ниже очистных сооружений, наименьшее — в фоновом створе.

Для более полной характеристики найденной совокупности значений было проведено ранжирование, ко-

Таблица 4. Значения кратности превышения ПДК приоритетных загрязняющих веществ

Наименование загрязняющего вещества	Фоновый створ				Контрольный створ (0,5 км ниже ГОС)				Контрольный створ (5,0 км ниже ГОС)			
	годы											
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
медь	2,3	2,6	1,9	2,2	2,5	2,8	2,7	3,1	1,9	2,1	2,0	2,6
ХПК	1,9	2,0	1,9	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	1,8	1,8	1,8	1,9
БПК	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1
азот нитритный	1,2	1,4	0,7	1,1	1,4	2,9	2,2	2,6	1,6	2,5	2,0	1,9

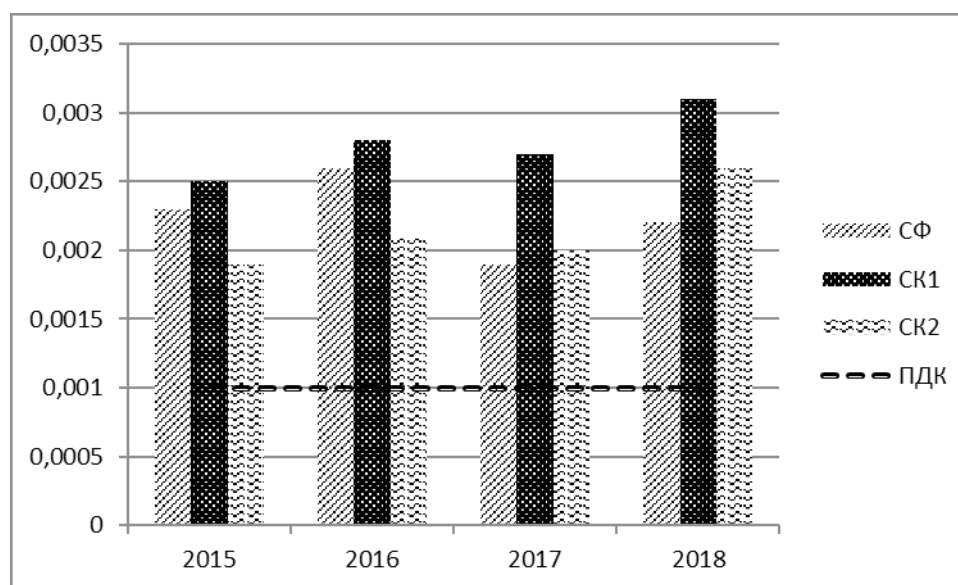


Рис. 1. Концентрация меди в воде исследуемых створов

торое позволило выявить периоды максимально высокого антропогенного воздействия (таблица 3).

Результаты исследований показали, что максимальное значение определяемого показателя наблюдалось в фоновом створе в 2012 и 2015 годах, в контрольном (0,5 км ниже ГОС) — в 2007 году, в контрольном (5,0 км ниже ГОС) — в 2010, а минимальное — в 2017; 2016; 2016, соответственно.

Проведенные исследования показали, что качество воды в контрольном створе 0,5 км ниже ГОС не зависит от уровня ее загрязнения в фоновом. Так например, наиболее загрязненная вода в первом контрольном створе наблюдалась в 2007 году, тогда как в фоновом створе, напротив, уровень загрязнения был близок к минимальному. В 2007 году в первом створе уровень загрязнения был на 45% больше чем в фоновом, а максимальное загрязнение в фоновом створе наблюдалось в 2012 и 2015 годах, что лишь на 23,5% и 28,01% меньше чем в створе расположенном на 0,5 км ниже ГОС.

Таким образом, уровень загрязнения участка водотока, подверженного влиянию урбанизированных территорий, практически полностью, определяется объемом поступления на ГОС сточных вод и качеством воды сбрасываемой в водный объект после очистки.

Поиск методов решения проблемы зависит, в первую очередь, от качественно и количественного состава загрязняющих веществ, поступающих в реку.

Основными загрязняющими веществами, характерными для водоемов Оренбургской области, являются соединения тяжелых металлов, азот аммонийный, нитритный и нитратный, сульфаты, магний, нефтепродукты, легкоокисляемые органические вещества по БПК5 (биохимическому потреблению кислорода) и органические вещества по ХПК (химическому потреблению кислорода).

По результатам анализов были выявлены приоритетные загрязняющие вещества, концентрация которых

Таблица 5. Соотношение концентраций загрязняющих веществ, в процентах

Наименование загрязняющего вещества	Фоновый створ	Контрольный створ (0,5 км ниже ГОС)				Контрольный створ (5,0 км ниже ГОС)			
	период								
	2015–2018	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
медь	100	108,7	107,7	142,1	140,9	82,6	80,8	105,3	118,2
азот нитритный	100	116,7	207,1	314,3	236,4	133,3	178,6	285,7	172,7

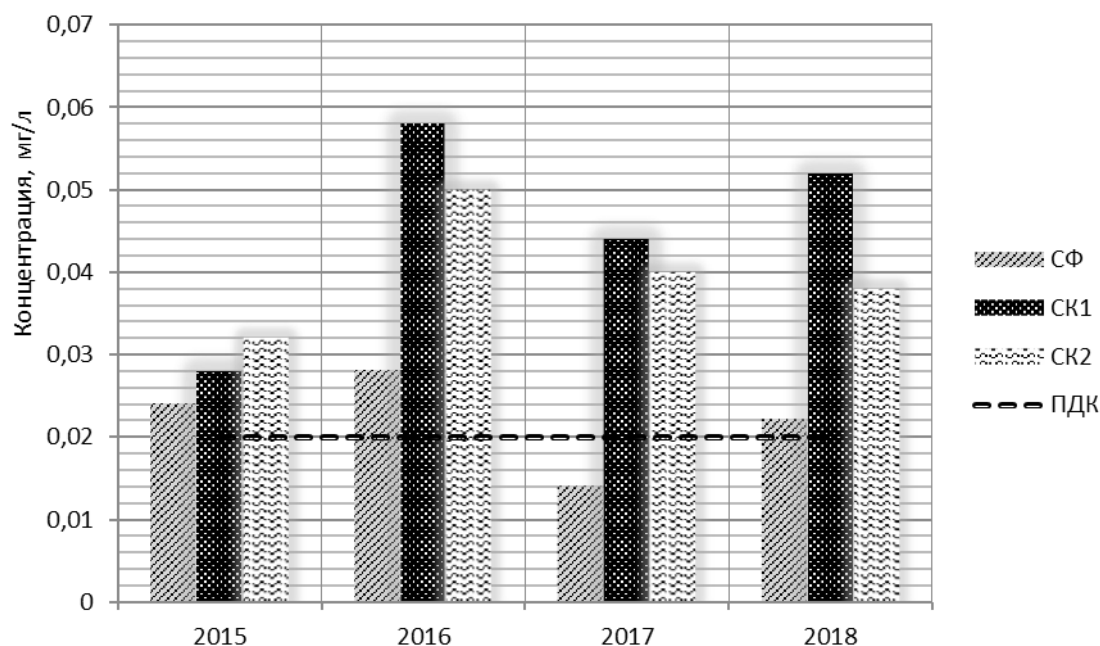


Рис. 2. Концентрация азота нитритного в воде исследуемых створов

во всех створах и за весь период исследований превышала значения нормативных показателей [5]. К ним относятся медь, азот нитритный, биохимическое и химическое потребление кислорода. В таблице 4 приведены значения кратности превышения ПДК наиболее значимых загрязняющих веществ за последние годы.

В ходе анализа полученных данных было определено, что только по двум веществам из 4 приоритетных уровень загрязнения даже через пять километров не снижается до фонового значения, что связано с высокой концентрацией этих веществ в пробах створа, ближайшего к ГОС.

Фактические концентрации меди и азота нитритного в воде исследуемых створов представлены на рисунках 1,2.

Анализ данных свидетельствует о том, что (по меди) до 2017 г., а по азоту нитритному — до 2016 г., река еще

обладала способностью к восстановлению своих первоначальных свойств за счет разбавления и самоочищения, но, в последние годы, снижение концентрации ЗВ до прежнего уровня не происходит. Концентрации, как меди, так и азота нитритного в фоновом створе снижались, а в створе, расположенном на расстоянии 0,5 км от ГОС — повысились, что позволяет сделать вывод о снижении уровня антропогенного загрязнения на водоток выше по течению реки и об увеличении в результате влияния промышленных и бытовых стоков с территории г. Оренбург.

С целью выявления количественной оценки вклада города Оренбург в уровень загрязнения воды р. Урал, было определено соотношение концентраций 2-х приоритетных ЗВ в пробах изучаемых створов, при этом уровень ЗВ в фоновом створе был принят за 100% (табл. 5).

Определено, что в створе, ближайшем к ГОС г. Оренбург, концентрации ЗВ по отношению к фону могут повы-

шаться на 236,4%, а на расстоянии 5 км от ГОС, несмотря на природные механизмы очищения и высокий уровень разбавления, до 285,7%, по сравнению с фоном.

Таким образом, несмотря на имеющуюся способность к самоочищению водотока, о чем свидетельствует стабильное снижение коэффициента в створе, находящемся в 5 км ниже по течению от основного источника загрязнения, концентрации ЗВ и объемы сбросов ГОС г. Оренбурга намного превосходят природные возможности к восстановлению качества воды. Водные объекты способны самостоятельно, благодаря процессам многократного разбавления и биологическим механизмам, нейтрализовать часть загрязнений. Но, самоочищение поверхностных вод с помощью живых организмов в природе протекает медленно, а высокий уровень их загрязнения, как тяжелыми металлами, так и биогенными веществами, значительно тормозит скорость естественных механизмов, что приводит, в нашем случае, к сведению к минимуму природных возможностей водоемов к самовосстановлению.

Сложившаяся ситуация требует пристального внимания и разработки научно-обоснованного комплекса мероприятий для предотвращения поступления столь высоких концентраций загрязняющих веществ в воду реки Урал в пределах урбанизированных территорий. Одной из ключевых задач является доведение объема сбросов

загрязнителей до уровня, не превышающего потенциала самоочищения конкретного водного объекта.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что первоочередной становится задача как снижения поступления в составе сточных вод урбанизированных территорий таких загрязнителей как медь, азот нитритный и органические вещества, так и применения современных методов очистки от них на городских очистных сооружениях.

В целом, следует отметить, что настолько же критично складывается ситуация со всеми водными объектами области, поэтому необходимо направить усилия не только на глубокие исследования в форме комплексного мониторинга качества поверхностных вод, но и решать усугубляющиеся проблемы путем внедрения технологий, обеспечивающих ликвидацию, либо значительное снижение объема поступления в водотоки неочищенных или недостаточно очищенных стоков, обеспечения контроля за соблюдением особого режима охраны на территории водоохраных зон и, безусловно, многократного ужесточения ответственности за нарушение требований водного законодательства. Эти меры, несмотря на значительные финансовые и трудовые затраты, позволят, в будущем, эффективно решать проблемы деградации водных объектов Российской Федерации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Морозова, З. Ш. Экологическая характеристика Оренбургской области [Электронный ресурс] / Морозова З. Ш., Глуховская М. Ю. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. — Оренбург, 2014. — С. 963–967
2. Руководящий документ РД 52.24.643–2002 «Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (утв. и введен в действие Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 01.01.2004 г.) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://base.garant.ru/70467388/>
3. Евстифеева, Т. А. Оценка динамики качества воды поверхностных водных источников города Оренбурга (на примере р. Урал) за период с 2007 по 2017 годы [Электронный ресурс] / Т. А. Евстифеева, М. Ю. Глуховская, Ж. А. Аликина // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., 18–20 нояб. 2019 г., Оренбург / Минобрнауки России [и др.]. — Электрон. дан. — Оренбург: Полиарт, 2019. — С. 228–231
4. Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области [Электронный ресурс]: Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2007–2018 годах». — Режим доступа: [https://mpr.orb.ru/ecology/129?special\\_version=Y](https://mpr.orb.ru/ecology/129?special_version=Y)
5. Приказ Минсельхоза России от 13 декабря 2016 года № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 12 октября 2018 года) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420389120>

© Глуховская Марина Юрьевна ( ta\_evst@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ВСТРЕЧАЕМОСТЬ И ЧИСЛЕННОСТЬ ФОРГУТНЫХ ИНFUЗОРИЙ (CILIOPHORA, CILIATA) У ЛОСЕЙ (ALCES ALCES L.) ЧЕЛЯБИНСКОЙ И ОМСКОЙ ПОПУЛЯЦИЙ

**Корчагина Татьяна Александровна**

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет»  
Liberova@yandex.ru

## OCCURRENCE AND NUMBER OF INFUSORIA OF STOMACH (CILIOPHORA, CILIATA) IN ELK (ALCES ALCES L.) OF THE CHELYABINSK AND OMSK POPULATIONS

**T. Korchagina**

*Summary.* The article presents original data on the number and frequency of occurrence of infusoria in different parts of the stomach of elk in the Omsk and Chelyabinsk populations. Special attention is paid to the dependence of the abundance of protozoa on their distribution in the stomach. In the course of the work, a comparative analysis of the species composition of the infusor population of pre-ventricle moose of both populations was performed using the generally accepted coefficients—the Zhakkar-Malyshev coefficient (Kj-m) and the Chekanovsky — Sorensen faunal community index (Ics). The study shows that the rumen as the main place of formation and development of communities of endobiont infusoria from all the pre — ventricles of moose hosts is of priority importance for the species composition, occurrence and abundance of individual protozoan species.

*Keywords:* elk, ciliate of stomach, the divisions of the stomach.

*Аннотация.* В статье представлены оригинальные данные по численности и частоте встречаемости инфузорий разных отделов желудка лосей Омской и Челябинской популяций. Особое внимание уделено зависимости величины обилия простейших от распределения их по отделам желудка. В ходе работы проведен сравнительный анализ видовых составов инфузориального населения преджелудков лосей обеих популяций с применением общепринятых коэффициентов — коэффициент Жаккара — Малышева (Kj-m) и индекс общности фаун Чекановского — Соренсена (Ics). В исследовании показано, что по видовому составу, встречаемости и численности отдельных видов простейших приоритетное значение имеет рубец как основное место формирования и развития сообществ эндобионтных инфузорий из всех преджелудков хозяев.

*Ключевые слова:* лось, форгутные инфузории, отделы желудка.

## Введение

Сообщества эндобионтных ресничных инфузорий (Ciliophora, Ciliata) из пищеварительного тракта жвачных млекопитающих проходят в преджелудках хозяев три последовательные стадии формирования и развития: формирование видового состава за счет иммиграции инфузорий при груминге из ротовой полости самки в ротовую полость детеныша (алиментарный путь); увеличение численности (эндогенное накопление) за счет бесполого размножения и поддержание генофонда популяций разных видов за счет полового размножения; элиминация инфузорий частично в рубце для большинства видов цилиат в сетке и книжке. В преджелудках лосей (*Alces alces* L.) Челябинской и Омской популяций выявлено соответственно 17 и 16 видов форгутных инфузорий, имеющих разную величину обилия (Корчагина, Лихачев, 2020). Также различаются видовые составы, встречаемость и численность найденных видов в разных преджелудках лосей обеих популяций.

## Материал и методика

Сбор материала для исследования проводился на территории Омской и Челябинской областей в период с 2002–2016 годы. В северных районах Омской и Челябинской областей из разных преджелудков 20 особей лосей (по 10 особей лосей из каждой популяции) было собрано 600 проб (по 30 проб из каждой особи животного-хозяина). Определение видов инфузорий проведено по определительным таблицам (Догель, 1929; Lubinsky, 1957a, 1957b, 1957c, 1958). Подсчет численности инфузорий проводился методом «калиброванной капли», т.е. считались все особи, попавшие в каплю объемом 0,1 мл при разведении пробы в фиксаторе в строгом соотношении 1:2 (Лихачев, 2004).

Для сравнения видовых составов эндобионтных инфузорий из преджелудков лосей Челябинской и Омской популяций были использованы: коэффициент Жаккара — Малышева (Kj-m) и индекс общности фаун Чеканов-

Группа встречаемости	Число особей (диапазон от/до)	Балл встречаемости
редко	9–30	1
обычно	31–50	2
часто	51–80	3
массово	81–100	4

Таблица 1. Видовой состав и встречаемость в пробах (в % / в баллах) инфузорий в преджелудках лосей Челябинской и Омской популяций

Виды	Челябинская область n=10 (300 проб)			Омская область n=10 (300 проб)		
	Рубец (100 проб)	Сетка (100 проб)	Книжка (100 проб)	Рубец (100 проб)	Сетка (100 проб)	Книжка (100 проб)
<b><i>Entodinium bursa</i></b>	30/1	12/1	13/1	11/1	-	-
<i>E. alces</i>	12/1	10/1	-	10/1	21/1	-
<i>E. furca nanellum</i>	78/3	-	-	100/4	42/2	21/1
<i>E. nanellum</i>	97/4	10/1	24/1	9/1	-	-
<i>E. ovinum</i>	89/4	32/2	-	43/2	29/1	-
<i>E. simplex</i>	54/3	27/1	-	35/2	24/1	-
<i>E. caudatum</i>	27/1	-	-	18/1	-	-
<i>E. simulans-dubardi</i>	99/4	58/3	37/2	69/3	57/3	49/2
<i>E. exiguum</i>	86/4	-	13/1	79/3	62/3	-
<i>E. longinucleatum</i>	42/2	21/1	-	11/1	-	-
<b><i>Diplodinium anisacanthum</i></b>	47/2	-	-	-	-	-
<i>D. monacanthum</i>	92/4	37/2	29/1	58/3	-	-
<i>D. rangiferi</i>	31/2	18/1	-	44/2	-	-
<i>D. bubalidis bubalidis</i>	29/1	21/1	17/1	25/1	-	-
<i>D. bubalidi sconsors</i>	23/1	-	-	33/2	-	-
<b><i>Epidinium ecaudatum-ecaudatum</i></b>	100/4	86/4	-	73/3	51/3	-
<b><i>Dasytricha ruminantium</i></b>	68/3	41/2	19/1	41/2	28/1	15/1
Всего видов	17	12	7	16	8	3

ского — Соренсена (Ics). Пределы  $K_{j-m}$  от + 1 (полное сходство) до — 1 (полное различие), при  $K_{j-m} < 0$  отмечается различие, а при  $K_{j-m} > 0$  — сходство видовых составов сравниваемых выборок. Индекс общности фаун Чекановского — Соренсена выражается в процентах и показывает количество видов общих для двух сравниваемых выборок.

Встречаемость отдельных видов учитывали в пробах в%, а также оценивали по 4-х бальной шкале (таблица).

### Результаты

Сравнение видовых составов эндобионтных инфузорий из разных преджелудков лосей Челябинской и Омской популяций с применением коэффициента

Жаккара — Малышева ( $K_{j-m}$ ) и индекса общности фаун Чекановского-Соренсена (Ics) показало различную степень сходства/различия видовых составов цилиат.

Несмотря на общего хозяина — лося, в большинстве сравниваемых пар не наблюдается сходства видовых составов инфузорий. Только при сравнении общих видовых составов инфузорий у хозяев из разных популяций и видовых составов инфузорий рубца наблюдается сходство. Так по коэффициенту Жаккара — Малышева ( $K_{j-m}$ ) сходство на уровне 0,88 и индексу общности фаун Чекановского-Соренсена (Ics) на уровне 96,97%.

При сравнении видовых составов сетки и книжки отмечено различие. Так, при сравнении видовых составов инфузорий сетки лосей Челябинской и Омской по-



пуляций наблюдается различие по  $K_{j-m}$  на уровне  $-0,14$ , а по  $Ics$  на уровне  $60\%$ . Уровень различия при сравнении видовых составов инфузорий из книжки лосей анализируемых популяций еще выше: по  $K_{j-m} = -0,5$  и по  $Ics = 40\%$ .

Встречаемость в пробах разных видов инфузорий у обследованных особей лосей различна и варьирует от  $9\%$  (*Entodinium nanellum* в рубце лосей Омской популяции) до  $100\%$  (*Entodinium furca nanellum* также в рубце лосей Омской популяции и *Epidinium ecaudatum-ecaudatum* в рубце лосей Челябинской популяции) (табл. 1).

Во всех (массово встречаемые виды) или в большинстве (часто встречаемые виды) проб из рубца лосей Челябинской популяции отмечено 9 видов, или  $52,9\%$  от всех видов, обнаруженных в рубце. Их встречаемость варьирует от  $54$  до  $100\%$  проб. Для рода *Entodinium* отмечено 6 видов. К часто встречаемым видам относятся: *E. simplex* —  $54\%$  и *E. furca nanellum* —  $78\%$  проб, а к массово встречаемым: *E. exiguum* —  $86\%$ , *E. ovinum* —  $89\%$ , *E. nanellum* —  $97\%$  и *E. simulans-dubardi* —  $99\%$  проб. Вид *Diplodinium monacanthum* встречен в  $92\%$  проб, а вид *Epidinium ecaudatum-ecaudatum* в  $100\%$  проб. Вид *Dasytricha ruminantium* в рубце лосей Челябинской популяции встречается часто в  $68\%$  проб. К группе обычно встречаемых относятся 3 вида инфузорий, или  $17,6\%$  от всех видов, обнаруженных в рубце: *Diplodinium rangiferi* —  $31\%$ , *D. anisacanthum* —  $47\%$  и *Entodinium longinucleatum* —  $42\%$  проб. К группе редко встречаемых относятся 5 видов инфузорий, или  $29,4\%$  от всех видов, обнаруженных в рубце (табл. 1). Их встречаемость варьирует от  $12$  до  $30\%$  проб.

Во всех или в большинстве проб из рубца лосей Омской популяции отмечено 5 видов, или  $31,3\%$  от всех видов, обнаруженных в рубце. Для рода *Entodinium* отмечено 3 вида: *E. simulans-dubardi* —  $69\%$ , *E. simplex* —  $79\%$  и *E. furca nanellum* —  $100\%$  проб. Все они относятся к группам часто и массово встречаемых видов. Также к часто встречаемым видам относятся *Diplodinium monacanthum* —  $58\%$  и *Epidinium ecaudatum-ecaudatum* —  $73\%$  проб. К группе обычно встречаемых относятся 5 видов, или  $31,25\%$  от всех видов, обнаруженных в рубце: *Entodinium simplex* —  $35\%$ , *E. ovinum* —  $43\%$ , *Diplodinium bubalidis consors* —  $33\%$  и *D. rangiferi* —  $44\%$  проб, а также *Dasytricha ruminantium* —  $41\%$  проб. К группе редко встречаемых относится 6 видов, или  $37,5\%$  от всех видов, обнаруженных в рубце (табл. 1). Их встречаемость варьирует от  $9$  до  $25\%$  проб.

Таким образом, лидерами среди видов инфузорий по встречаемости в пробах (массово и часто встречаемые) из рубца лосей Челябинской и Омской популяций

являются инфузории рода *Entodinium* от  $54$  до  $100\%$  проб и вид *Epidinium ecaudatum-ecaudatum* от  $73$  до  $100\%$  проб. При этом, сравнение видовых составов инфузорий из рубца лосей двух популяций по встречаемости показало высокие значения различий по  $K_{j-m}$  на уровне  $-0,6$  по  $Ics$  на уровне  $30,3\%$ .

Во всех или в большинстве проб из сетки лосей Челябинской популяции отмечено 2 вида, или  $16,7\%$  от всех видов, обнаруженных в сетке. Род *Entodinium* представлен видом *E. simulans-dubardi*, обнаруженным в  $58\%$  проб. Вид *Epidinium ecaudatum-ecaudatum* отмечен в  $86\%$  проб. К группе обычно встречаемых относится 3 вида, или  $25,0\%$  от всех видов, обнаруженных в сетке: *Entodinium ovinum* —  $32\%$ , *Diplodinium monacanthum* —  $37\%$  и *Dasytricha ruminantium* —  $41\%$  проб. К группе редко встречаемых относится 7 видов, или  $58,3\%$  от всех видов, обнаруженных в сетке (табл. 1). Их встречаемость варьирует от  $10$  до  $27\%$  проб.

В пробах из сетки лосей Омской популяции отмечено 3 вида, или  $37,5\%$  от всех видов, обнаруженных в сетке, относящихся к часто встречаемым видам: *Entodinium simulans-dubardi* —  $57\%$ , *E. exiguum* —  $62\%$  и *Epidinium ecaudatum-ecaudatum* отмечен в  $51\%$  проб. К группе обычно встречаемых относится вид *E. furca nanellum* —  $42\%$  проб. К группе редко встречаемых относится 4 вида, или  $50,0\%$  от всех видов, обнаруженных в сетке (табл. 1). Их встречаемость варьирует от  $21$  до  $29\%$  проб.

Таким образом, лидерами среди видов инфузорий по встречаемости в пробах (массово и часто встречаемые) из сетки лосей Челябинской и Омской популяций являются, как и в рубце, виды рода *Entodinium* и вид *Epidinium ecaudatum-ecaudatum*. При этом, только у лосей Челябинской популяции отмечен массово встречаемый вид — *Epidinium ecaudatum-ecaudatum*, обнаруженный в  $86\%$  проб. Большая часть видов инфузорий, обнаруженных в сетке лосей обеих популяций, по встречаемости относится к группе редко встречаемых.

Сравнение видовых составов инфузорий из сетки лосей двух популяций по встречаемости показало средние значения различия по  $K_{j-m}$  на уровне  $-0,33$  и по  $Ics$  на уровне  $50,0\%$ .

В пробах из книжки лосей Челябинской популяции большинство обнаруженных видов инфузорий относятся к группе редко встречаемых — 7 видов, или  $85,7\%$  от общего видового состава (табл. 1). Их встречаемость варьирует от  $13$  до  $29\%$  проб. И только вид *E. simulans-dubardi* встречен в  $37\%$  проб, т.е. относится к обычно встречаемым.

Таблица 2. Средняя численность инфузорий (особи/мл) в преджелудках лосей Челябинской и Омской популяций

Роды/виды	Челябинская область n=10 (300 проб)			Омская область n=10 (300 проб)		
	Рубец (100 проб)	Сетка (100 проб)	Книжка (100 проб)	Рубец (100 проб)	Сетка (100 проб)	Книжка (100 проб)
<i>Entodinium bursa</i>	12,3±0,3	5,7±0,5	1,4±0,1	7,4 ± 0,6	-	-
<i>E. alces</i>	7,1±0,3	2,2±0,2	-	3,1 ± 0,2	1,3 ± 0,2	-
<i>E. furca nanellum</i>	31,8±5,7	-	-	65,2±8,3	29,4±3,3	2,6 ± 0,6
<i>E. nanellum</i>	51,9±7,1	22,5±4,1	9,3±2,2	1,8 ± 0,4	-	-
<i>E. ovinum</i>	44,6±6,2	27,6±5,3	-	36,8±8,1	14,1 ±3,6	-
<i>E. simplex</i>	35,2±5,9	23,4±5,1	-	26,4 ± 4,2	18,5 ±2,4	-
<i>E. caudatum</i>	10,3±0,1	-	-	1,1 ± 0,1	-	-
<i>E. simulans-dubardi</i>	54,1±,3	43,2±4,9	16,9±3,7	40,8±5,4	33,6 ±5,3	11,8 ±1,3
<i>E. exiguum</i>	49,2±6,3	-	5,7±2,9	56,3 ± 4,3	12,6±2,1	-
<i>E. longinucleatum</i>	17,3±0,5	15,2±3,1	-	7,4 ± 0,6	-	-
Общая численность видов / кол-во видов	313,8±10,4 10	139,8±5,8 7	33,3±4,1 4	238,9 ±11,9 10	125,5 ±6,9 6	14,4 ±1,9 2
<i>Diplodinium anisacanthum</i>	19,2±3,3	-	-	-	-	-
<i>D. monacanthum</i>	51,6±6,9	10,1±2,3	2,4±0,3	33,2±0,1	-	-
<i>D. rangiferi</i>	29,2±5,2	7,1±1,9	-	14,1±1,2	-	-
<i>D. bubalidis bubalidis</i>	3,3±0,9	2,6±0,8	1,2±0,1	1,6±0,3	-	-
<i>D. bubalidis consors</i>	4,9±1,2	-	-	1,2±0,3	-	-
Общая численность видов / кол-во видов	108,2±7,1 5	19,8±3,2 3	3,6±0,7 2	50,1 ± 0,9 4	-	-
<i>Epidinium ecaudatum- ecaudatum</i>	62,7±7,5	25,9±2,6	-	22,6±0,2	11,4±0,2	-
<i>Dasytricha ruminantium</i>	9,6±0,7	5,2±1,1	1,2±0,9	14,2 ±0,3	9,1±0,3	1,4±0,3
Общая численность	494,3±6,1	190,7±5,6	38,1±7,1	333,2±7,3	130,0±4,9	15,8±2,1

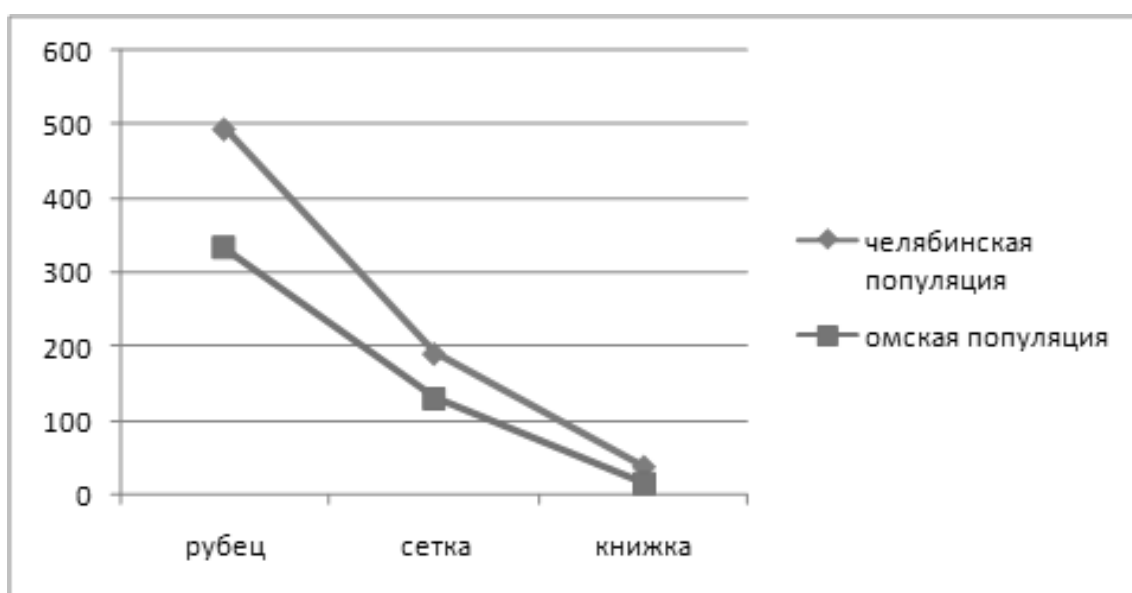


Рис. 1. Динамика численности инфузорий в преджелудках лосей Челябинской и Омской популяций

В пробах из книжки лосей Омской популяции обнаружено всего 3 вида инфузорий, из которых 2 относятся к группе редко встречаемых (табл. 1). Их встречаемость варьирует от 15 до 21% проб. И только вид *E. simulans-dubardi* встречен в 49% проб, т.е. относится к группе обычно встречаемых.

Таким образом, видовой состав книжки лосей Челябинской популяции богаче, чем таковой у лосей Омской популяции. В большинстве случаев инфузории в книжке лосей обеих популяций встречаются редко. Следует отметить, что именно в книжке происходит окончательная элиминация инфузорий и в сычуг они не попадают.

В двух анализируемых популяциях лосей средняя численность инфузорий закономерно снижается от рубца к книжке у всех особей хозяина (рис. 1). Средняя численность цилиат в рубце лосей Челябинской популяции составляет  $494,3 \pm 6,1$  особи/мл и превышает таковую у лосей Омской популяции на 32,6% ( $333,2 \pm 7,3$  особи/мл) (табл. 2).

Средняя численность цилиат в сетке лосей Челябинской популяции составляет  $190,7 \pm 5,6$  особи/мл. У лосей Омской популяции —  $130,0 \pm 4,9$  особи/мл, или 68,2% от таковой у лосей Челябинской популяции (табл. 2).

Средняя численность цилиат в книжке лосей Челябинской популяции составляет  $38,1 \pm 7,1$  особи/мл и превышает таковую у лосей Омской популяции на 58,5% ( $15,8 \pm 2,1$  особи/мл) (табл. 2).

У лосей Челябинской и Омской популяций доминирующими по численности в рубце являются виды рода *Entodinium*. У лосей Челябинской области — 10 видов, или 58,9% от общего видового состава и у лосей Омской области также 10 видов, или 62,5% от общего видового состава. Из других родов в рубце лосей Челябинской популяции встречены представители родов: *Diplodinium* — 5 видов, и по одному виду родов *Epidinium* и *Dasytricha*. У лосей Омской популяции род *Diplodinium* представлен 4 видами и по одному виду из родов *Epidinium* и *Dasytricha*.

У лосей Челябинской популяции доминантными по численности являлись: *Entodinium simulans-dubardi*, *E. nanellum*, *E. ovinum*, *E. exiguum*. К группе доминантных видов по численности также можно отнести и виды *Epidinium ecaudatum-ecaudatum* и *Diplodinium monacanthum*. Все указанные 6 видов трех родов имели суммарную численность 314,1 особи/мл, или 63,5% от общей численности всех инфузорий рубца лосей Челябинской популяции. Субдоминантными видами по численности являлись: *Entodinium furca nanellum*, *E. simplex* и *Diplodinium rangiferi*. Их численность

в сумме составляет 96,3 особи/мл или 19,5% от общей численности всех инфузорий рубца лосей Челябинской популяции. Остальные 8 видов инфузорий из рубца лосей Челябинской популяции имели совокупную численность 84 особи/мл, или 16,9% от общей численности всех инфузорий рубца.

У лосей Омской популяции доминантными явились только виды рода *Entodinium*: *E. furca nanellum*, *E. ovinum*, *E. simulans-dubardi*, *E. exiguum*, численность которых в сумме составляет 199,1 особи/мл, или 59,8% от общей численности всех инфузорий рубца. Субдоминантными видами являлись: *Entodinium simplex*, *Diplodinium monacanthum* и *Epidinium ecaudatum-ecaudatum* численность которых в сумме составляет 82,2 особи/мл, или 24,7% от общей численности всех инфузорий рубца лосей Омской популяции. Остальные 9 видов инфузорий рубца лосей Омской популяции дали совокупную численность 43,9 особи/мл, или 15,5% от общей численности всех инфузорий рубца.

Таким образом, ядро видового состава инфузурной фауны рубца лосей Челябинской популяции по численности составили 6 доминантных и 3 субдоминантных вида. Ядро видового состава инфузурной фауны рубца лосей Омской популяции по численности составили 4 доминантных вида рода *Entodinium* и 3 вида субдоминанта трех разных родов. Следует отметить, что основу ядра доминантных по численности видов у обеих популяций лосей составляют практически одни и те же виды инфузур. Общими доминантными видами инфузур рубца лосей обеих популяций *Entodinium simulans-dubardi*, *E. nanellum*, *E. ovinum*, *E. exiguum*, а как общий субдоминантный вид отмечен *Entodinium simplex*. У лосей Челябинской популяции доминантными также являлись: *Epidinium ecaudatum-ecaudatum* и *Diplodinium monacanthum*. Стоит отметить, что в рубце лосей Омской популяции они являются субдоминантными видами. И наоборот, вид *Entodinium furca nanellum* для рубца лосей Омской популяции являлся доминантным видом, тогда как у лосей Челябинской популяции был отмечен как субдоминантный вид.

Сравнение видовых составов доминантных и субдоминантных видов инфузур рубца лосей Челябинской и Омской популяций по коэффициенту Жаккара — Малышева ( $K_{j-m}$ ) и индексу общности фаун Чекановского-Соренсена ( $Ics$ ) показало, что наблюдается высокая степень сходства. Так, по  $K_{j-m}$  сходство равно 0,75, а  $Ics = 93,3\%$ . Именно высоким сходством видовых составов доминантных и субдоминантных видов можно объяснить приведенное выше сходство при сравнении общих видовых составов инфузур рубца лосей обеих популяций.

У лосей Челябинской и Омской популяций доминирующими по численности в сетке, также, как и рубце, являются виды рода *Entodinium* (табл. 2).

У лосей Челябинской области отмечено 7 видов, или 58,3%, от общей численности всех инфузорий сетки, а лосей Омской области — 6 видов, или 75,0% от общей численности всех инфузорий сетки. Из других родов в сетке лосей Челябинской популяции встречены представители родов: *Diplodinium* — 3 вида и по одному виду родов *Epidinium* и *Dasytricha*. У лосей Омской популяции не отмечены виды рода *Diplodinium*. Из других родов в сетке лосей Челябинской популяции встречены представители родов: *Diplodinium* — 3 вида и по одному виду родов *Epidinium* и *Dasytricha*. У лосей Омской популяции в сетке особи и фрагменты клеток видов рода *Diplodinium* не были обнаружены.

У лосей Челябинской популяции доминантным видом сетки являлся *Entodinium simulans-dubardi* — 43,2 особи/мл, или 22,7% от общей численности инфузорий сетки. К субдоминантным видам отнесены: *E. nanellum*, *E. ovinum*, *E. simplex* и *Epidinium ecaudatum-ecaudatum*. Численность этих видов в сумме составляет 99,4 особи/мл, или 52,1% от общей численности всех инфузорий сетки лосей данной популяции. Для указанных 5 видов двух родов численность в сумме составляет 142,6 особи/мл, или 74,8% от общей численности всех инфузорий сетки лосей Челябинской популяции. Остальные 7 видов инфузорий сетки лосей данной популяции дали совокупную численность 48,1 особи/мл, или 25,2% от общей численности всех инфузорий сетки.

Средняя численность цилиат в книжке лосей Челябинской популяции составляет  $38,1 \pm 7,1$  особи/мл и превышает таковую у лосей Омской популяции на 58,5 ( $15,8 \pm 2,1$  особи/мл) (табл. 2).

## Заключение

Приведенные данные о видовом составе, встречаемости и численности отдельных видов инфузорий в преджелудках лосей Челябинской и Омской популяций свидетельствуют, что именно рубец является тем преджелудком, где сообщество инфузорий развивается, т.е. испытывает первичное накопление при груминге, активное размножение для увеличения численности и элиминацию некоторых видов. Ряд видов переходят вместе с пищевыми массами в сетку, где размножения у инфузорий не отмечено и происходит элиминация некоторых видов. Окончательная элиминация особей минимального числа видов инфузорий происходит в книжке. Таким образом, в сетке и книжке происходит утилизация особей ряда видов без их размножения. В сычуге эндобионтные инфузории отсутствуют, и даже не встречены фрагменты их клеток, что характерно для всех форгутных инфузорий, обитающих в преджелудках жвачных (Dogiel, 1927; Догель, 1929; Dehority, 1996, 2005).

## Выводы

1. Видовые составы эндобионтных инфузорий из преджелудков лосей Челябинской и Омской популяций имеют сходство в рубце, но различаются в сетке и книжке.
2. Встречаемость отдельных видов инфузорий в рубце выше, чем в сетке и книжке.
3. Общая численность видов инфузорий испытывает динамику существенного снижения от рубца к книжке.
4. Данные по видовому составу, встречаемости и численности отдельных видов указывают на приоритетное значение рубца как основного места формирования и развития сообществ эндобионтных инфузорий из всех преджелудков хозяев.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Догель В. А. Простейшие — Protozoa, малоресничные инфузории — Oligotricha сем. Ophryoscolecidae. Определители по фауне СССР. — Л.: Изд-во ЗИН АН, 1929. — 158 с.
2. Корчагина Т. А., Лихачев С. Ф. Видовое разнообразие и численность эндобионтных инфузорий в разных отделах желудка лося. // Омский научный вестник. Изд-во: Омский государственный технический университет, 2006. — С. 244–246.
3. Корчагина Т. А., Лихачев С. Ф. Количественная характеристика сообществ эндобионтных инфузорий отделов желудка лося (*Alces alces* L., 1758) // Материалы III научно-практ. конф. «Актуальные проблемы биологии и методики ее преподавания в школе и в ВУЗе» — Омск: изд-во ОмГПУ, 2015. — С. 19–23.
4. Корчагина Т. А. Сравнительная характеристика инфузорной фауны рубца лосей Омской и Челябинской популяций // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки, —2019,—9.— С. 14–18.
5. Корчагина Т. А., Лихачев С. Ф. Оценка относительного обилия форгутных инфузорий (Ciliophora, Ciliata) лося (*Alces alces* L.) Омской и Челябинской популяций. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. —2020.-2 — С. 35–40.
6. Лихачев С. Ф. Полевые и экспериментальные исследования беспозвоночных. СПб.: Тесса, 2004. — 157 с.
7. Dehority B. A. A new family of entodiniomorph protozoa from the marsupial forestomach, with descriptions of a new genus and five new species. // J. Eucaryotic Microbiol., 1996. — P. 285–295.

8. Dehority B. A. Effect of pH on viability of *Entodinium caudatum*, *Entodinium exiguum*, *Epidinium caudatum*, and *Ophryoscolex purkynjei* in vitro. // *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 52, 2005. — P. 339–342.
9. Dogiel V. A. Monographie der Familie Ophryoscolecidae. // *Arch. Protistenkd.*, 1927. 59, — P. 1–288.
10. Lubinsky G. Studies on the evolution of the Ophryoscolecidae: some evolutionary trends on the genus *Entodinium* // *Canad. J. Zool.*, 1957a. 35, 1. — P. 111–133.
11. Lubinsky G. Studies on the evolution of the Ophryoscolecidae (Ciliata: Oligotricha). II. On the origin of the higher ophryoscolecidae // *Can. J. Zool.*, 1957b. 35, 1. — P. 135–140.
12. Lubinsky G. Studies on the evolution of the Ophryoscolecidae. Phylogeny of the Ophryoscolecidae based on their comparative morphology // *Canad. J. Zool.*, 1957c. 35, 1. — P. 141–159.
13. Lubinsky G. Ophryoscolecidae (Ciliata, Entodiniomorphida) of reindeer (*Rangifer tarandus* L.) from Canadian Arctic. // *Can. J. Zool.*, 1958. — pp. 819–825, 937–959.

© Корчагина Татьяна Александровна (Liberova@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Омск

# АНАЛИЗ МИКРОФЛОРЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБИОТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА И ПРОДУКТОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

## ANALYSIS OF THE COMPOSITION AND FUNCTIONAL PROBIOTIC PROPERTIES OF MICROFLORA OF CAMEL MILK AND PRODUCTS BASED ON IT

**A. Kudaibergenova  
S. Akhmetsadykova  
N. Begdildaeva  
N. Akhmetsadykov**

*Summary.* Camel milk is widely used as a food product in many countries of Asia and Africa for many centuries, both fermented and fresh, is a source of a number of macro- and microelements, has a unique fatty acid composition and a specific beneficial microflora. Shubat — fermented camel milk, an ancient drink of nomads, has historically been used in the same way for preventive, therapeutic purposes. Especially with gastritis, diseases of the gastrointestinal tract, coughing attacks, restoration of strength after diseases. Assessment of the activity of lactic acid bacteria against a number of pathogens is gaining relevance, along with the tendency to refuse to use antibiotic drugs in food production. With food, the transfer of resistant pathogenic strains into the human body is possible, which can lead to the appearance of uncontrolled and non-treatable diseases. In particular, an increase in antibiotic resistance was observed in such pathogenic test strains as: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhi*. The article carries out comparative work on the methods and results of the isolation and identification of the microflora of camel milk, the analysis of microflora, as well as the study of its functional probiotic properties. The study of probiotic bacteria in order to create probiotic preparations for veterinary medicine is reasonable and effective both for normalizing the microflora of young animals and birds, and for the prevention of diseases caused by pathogens.

*Keywords:* camel milk, microflora, lactic acid bacteria, probiotic properties, antagonistic activity.

**Кудайбергенова Алия Камаловна**

Докторант, Казахский национальный университет  
им. Аль-Фараби Алматы, Казахстан  
alia93.20@mail.ru

**Ахметсадыкова Шынар Нурлановна**

PhD, Научно-производственное предприятие  
«Антиген», Алматинская область, Казахстан  
shynar.akhmetsadykova@gmail.com

**Бегдильдаева Назерке Жумановна**

Докторант, Алматинский Технологический  
Университет, Алматы, Казахстан  
nzhumankyzy@mail.ru

**Ахметсадыков Нурлан Нуролдинович**

Д.вет.н., профессор, президент, Научно-  
производственное предприятие «Антиген», Алматы,  
Казахстан  
nurlan.akhmetsadykov@gmail.com

*Аннотация.* Верблюжье молоко широко используется в качестве продукта питания во многих странах Азии и Африки на протяжении веков, как в ферментированном, так и в свежем виде, является источником ряда макро- и микроэлементов, обладает уникальным жирно-кислотным составом и специфической полезной микрофлорой. Шубат — ферментированное верблюжье молоко, древний напиток кочевников, исторически использовался так же и в профилактических, терапевтических целях. Особенно при гастритах, заболеваниях желудочно-кишечного тракта, приступах кашля, восстановлении сил после перенесенных заболеваний. Оценка активности молочнокислых бактерий в отношении ряда патогенов, приобретает свою актуальность, наряду с тенденцией отказа использования антибиотических препаратов в производстве пищевой продукции. С пищевыми продуктами возможен перенос устойчивых патогенных штаммов в организм человека, что может привести к появлению неконтролируемых и не поддающихся лечению заболеваний. Рост антибиотикорезистентности наблюдался у таких патогенных тест-штаммов, как: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhi*. В статье проводится сравнительная работа по методам и результатам выделения и идентификации микрофлоры верблюжьего молока, анализу микрофлоры, а так же изучению ее функциональных пробиотических свойств. Изучение пробиотических бактерий с целью создания пробиотических препаратов для ветеринарии, является обоснованным и эффективным как для нормализации микрофлоры молодняка и птиц, так и для профилактики заболеваний, вызванных патогенами.

*Ключевые слова:* верблюжье молоко, микрофлора, молочнокислые бактерии, пробиотические свойства, антагонистическая активность.

## Введение

**В**ерблюжье молоко и ферментированные продукты на его основе, рассматриваются как стратегически ценный пищевой продукт, особенно в странах засушливого климата. Помимо этого, оно является источником для выделения потенциальных пробиотических штаммов, которые могут использоваться в производстве пробиотических препаратов как для животноводства, так и для людей. По биохимическим показателям верблюжье молоко обладает, богатым белковым составом, обогащенным лизоцимами и лактоферринами, витаминами, макро и микроминералами, такими как цинк, медь и железо и высоким содержанием длинноцепочечных жирных кислот, таких как миристиновая, миристолеиновая, пальмитиновая, пальмитолеиновая, стеариновая, олеиновая, и линолевая [6]. Бактерицидные свойства верблюжьего молока представлены содержанием лактопероксидаз, лизоцимов, а так же лактоферринов. Лактоферрины — железосодержащие белки, обладающие бактерицидным и противовирусным качеством, даже в отношении вируса гепатита В. Количество лактоферринов в верблюьем молоке и их эффективность выше, нежели чем в коровьем. По целебным свойствам имеются данные о пользе ферментированного верблюжьего молока (шубата) в отношении орто- и парамиксовирусов, предположительно из-за содержания сиаловых конъюгатов и продуктов жизнедеятельности молочнокислых бактерий (МКБ) [4]. Изучение пробиотических свойств микроорганизмов, на сегодняшний день получило широкое распространение, но не утратило актуальности. Препараты на основе МКБ используются для лечения и профилактики заболеваний, связанных с разнообразными формами нарушения состава нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта благодаря их антагонистической способности воздействия на патогенные микроорганизмы.

МКБ — представляют собой группу неспоровых, грамположительных бактерий, производящих молочную кислоту в качестве основного продукта ферментации. Наиболее широкоизвестны среди них, представители родов *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium*. Пробиотики определяются как жизнеспособные микроорганизмы, которые могут оказывать различное благотворное влияние на хозяина при приеме внутрь определенной концентрации. Среди полезных эффектов пробиотиков можно выделить их антипатогенное, антиканцерогенное и антимуtagenное действие, а так же удаление избыточного холестерина и облегчение симптомов непереносимости лактозы [11]. Пробиотики, применяются для коррекции микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека и сельскохозяйственных животных, с целью профилактики дисбактериозов, вызванных такими патогенными микроорга-

низмами, как: *Staphylococcus aureus*, *Esherichia coli*, *Salmonella typhimurium* и другими [15].

Задача данной статьи заключается в сравнении выделенной микрофлоры верблюжьего молока, изучении ее функциональных пробиотических свойств, а также сопоставлении экспериментальных данных полученных из отдаленных друг от друга регионов с различными климатическими местностями обитания.

*Материалы и методы исследования* Согласно множественным исследованиям, первый этап — это выделение молочнокислых бактерий. Проводят его путем разведения молока растворе NaCl (8,5 г/л) и последующих разведений до  $10^{-8}$ . Далее осуществляют посев на чашки Петри с плотными селективными питательными средами для лактобацилл. По окончании инкубации, отбирают морфологически подходящие колонии для дальнейших тестов [5,9,12]. Предпочтительная среда для выращивания МКБ поддерживающая их хороший рост — MRS. Содержит полисорбат TWIN-80, ацетат, магний, марганец, которые действуют как специфические факторы роста МКБ, а так же богатую питательную основу [9].

Выращенные культуры МКБ на селективных средах, проходят морфологический скрининг, который включает описание формы, размеров, окраску по граму. Штаммы МКБ должны быть круглыми, неспорообразующими, грамположительными, каталазно- и оксидазно-отрицательными факультативными анаэробами [5,9,12].

Видовая идентификация микроорганизмов осуществляется при помощи изучения полимеразно-цепной реакции, с предварительной экстракцией ДНК методом рРНК-16S [12]. Суть, которого заключается в филогенетической классификации штамма. Ген рРНК-16S используется в качестве стандарта для классификации и идентификации микроорганизмов.

Далее проводится ряд анализов на изучение пробиотического потенциала МКБ. Оцениваются физико-химические свойства, такие как жизнеспособность в температурных условиях ЖКТ, при пониженной кислотности. Результаты фиксируются подсчетом количества выживших клеток. Аналогично проверяется устойчивость к условиям пищеварительного тракта и ферментам проверяют *in vitro*, добавляя в среду с МКБ желчные соли, панкреатин и ферменты — пепсин, трипсин, устойчивость к антибиотикам. Антагонистическое действие пробиотических микроорганизмов измеряется методом лунок. О способности МКБ задерживать и останавливать рост патогенных индикаторных штаммов судят по расстоянию зоны ингибирования [14]. Для оценки адгезивности МКБ *in vitro* используют эукариотические клетки или пластины из нержавеющей стали. Метод заключа-

Таблица 1. Видовой состав микрофлоры верблюжьего молока

Географическая местность	Видовой состав микрофлоры и его процентное содержание	Источник
Кувейт (2019 г.)	<i>Enterococcus spp.</i> (24.2%), <i>Lactococcus spp.</i> (22.4%), <i>Pediococcus spp.</i> (20.7%), <i>Weissella spp.</i> (10.3%)	R. Rahmeh и др. [11].
Китай (провинция Сиань, 2009 г.)	<i>Lactobacillus spp.</i> (44%), <i>Enterococcus spp.</i> (19%), <i>Leuconostoc spp.</i> (10%), <i>Weissella spp.</i> (3%)	N. Rahman и др. [12].
Египет (2013 г.)	<i>Enterococcus spp.</i> (81.6%), <i>Lactococcus spp.</i> (9%), <i>Lactobacillus spp.</i> (9%), <i>Aerococcus viridans spp.</i> (9%)	E. Hamed, A. Elattar [7].
Казахстан (2015 г.)	<i>Enterococcus spp.</i> (51.3%), <i>Lactococcus spp.</i> (10.9%), <i>Lactobacillus spp.</i> (29.8%), <i>Leuconostoc spp.</i> (8%)	Akhmetsadykova et al. [1].

Таблица 2. Тест-штаммы возбудителей заболеваний

Патогенный тест-штамм	Классификационный номер	Заболевание
Salmonella enterica	ATCC13076	Сальмонеллез
Escherichia coli	ATCC25922	кишечные расстройства
Staphylococcus aureus	ATCC25923	инфекции кожных покровов, эндокардит
Staphylococcus epidermidis	ATCC12228	возбудитель сепсиса, эндокардита, конъюнктивита, гнойной инфекции ран
Listeria monocytogenes	ATCC7644	возбудитель листериоза
Shigella flexneri	ATCC12022	расстройства ЖКТ, шигеллез
Pseudomonas aeruginosa	ATCC27853	возбудитель нозокомиальных инфекций

ется в следующем, после посева и выдержки в течение суток МКБ на пластине или клеточном слое, его промывают несколько раз, в последующем оценивают процент адгезированных клеток [8–9,14].

### Результаты исследований микрофлоры и ее пробиотических свойств

По данным обзора результатов исследований, наиболее распространенные штаммы МКБ, обладающие пробиотическими свойствами представлены родом *Lactobacillus spp.*, включая следующие виды — *Lb. acidophilus*, *Lb. johnsonii*, *Lb. casei*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. gasseri*, and *Lb. reuteri.*, а так же *Lactococcus spp.*, например, *Lactococcus lactis* [3].

В приведенных исследованиях микрофлоры верблюжьего молока и молочных продуктов (табл. № 1), прослеживается содержание наиболее часто встречаемых групп микроорганизмов, таких как: *Lactococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Lactobacillus spp.* — которые наблюдаются и в параллельных исследованиях. Выделение и изучение основных видов состава микрофлоры

МКБ в различных географических местностях представлены в следующей таблице:

При оценке пробиотических свойств данных микроорганизмов, по данным [12], общее среднее количество МКБ в шубате колеблется в диапазоне 6,8–7,6 КОЕ/мл, при этом pH равен 3,7–4,1. В опытах [2] указано что наилучшей устойчивостью к пониженной кислотности обладают *E. durans*, *L. casei*, *E. lactis*, *P. pentosaceus*, *W. cibaria*, к желчным солям максимально устойчивы *E. durans*, *E. faecium*, *L. casei*, *P. pentosaceus*, чуть менее устойчивым штаммом оказался *E. lactis*, выживаемость которого составила более 50% после шестичасового выдерживания в 0,4% растворе желчных солей [2].

Как уже упоминалось, немаловажную роль в оценке пробиотического потенциала играет способность МКБ оказывать угнетающее действие на особо распространенные штаммы бактерий, вызывающих нарушение естественной микрофлоры организма, а так же являющихся болезнетворными.

Среди представленных в таблице № 2 штаммов — возбудителей, стоит выделить наиболее распространен-



Таблица 3. Сравнительные данные величин зоны ингибирования МКБ и бифидобактерий выделенных из верблюжьего молока

Штамм	<i>E.coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S.typhimurium</i>	Источник
1. <i>Pediococcus acidilactici</i>	35.0 ± 2.0	34.3 ± 2.0	34.0 ± 0.0	Нет данных	R. Rahmeh, 2009 г.
2. <i>Lactobacillus reuteri</i>	30.0 ± 0.0	46.0 ± 0.0	33.0 ± 1.0	Нет данных	
3. <i>Enterococcus durans</i>	29.0 ± 2.0	27.0 ± 2.0	35.0 ± 1.0	Нет данных	
4. <i>Lactococcus lactis</i>	Нет данных	30.0 ± 1.0	Нет данных	33.0 ± 1.0	H.Eman, A. Elattar, 2013 г.
5. <i>Enterococcus faecium</i>	Нет данных	33.0 ± 1.0	Нет данных	38.0 ± 1.0	
6. <i>Lactobacillus plantarum</i>	17.3 ± 0.5	17.00 ± 1.0	19.00 ± 1.0	18.6 ± 0.5	G. Mulaw et.al, 2019 г.
7. <i>Lactobacillus paracasei subsp. tolerans</i>	20.6 ± 0.5	20.3 ± 1.1	19.6 ± 0.5	19.6 ± 0.5	
8. <i>Lactobacillus paracasei</i>	20.0 ± 1.0	20.3 ± 0.5	19.6 ± 0.5	18.3 ± 0.5	
9. <i>Bf. longum subsp. longum</i> В-11	14 ± 0.1 мм	11 ± 0.3 мм	Нет данных	12 ± 0.1 мм	I. Yasmin et.al, 2020 г.

ные — *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhi* [1,7,9]. Так, по данным E. Etadati (2019), наиболее высокую антагонистическую активность в отношении *Staphylococcus aureus* и *Echerichia coli*, среди выделенных из МКБ верблюжьего молока, демонстрируют *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* [11]. В аналогичном исследовании, антагонистическая активность МКБ исследовалась в отношении *Salmonella typhimurium*, *E. coli* и *Vibrio fluvialis*. Полученные результаты, указывают на то, что наиболее высокая антагонистическая активность выражена у: *Enterococcus faecium* зона ингибирования выражена в миллиметрах, соответственно [10]. Другие штаммы МКБ, так же показывают хорошую антагонистическую активность: *Lactococcus lactis subsp. cremoris* и *Lactobacillus plantarum*. Составлена сравнительная таблица ценных пробиотических штаммов, выделенных из верблюжьего молока, различными учеными группами, отражает зону ингибирования в миллиметрах.

По данным таблицы № 3, *Pediococcus acidilactici*, оказывает максимальное антибактериальное воздействие на рост кишечной палочки, *Lactobacillus reuteri* ингибирует рост золотистого стафилококка, бактерии рода *Enterococcus* (в частности *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecium*) хорошо подавляют и препятствуют развитию патогенов *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*. Помимо основных представителей МКБ, верблюжье молоко богато и бифидобактериями, так же обладающих пробиотическим потенциалом. Среди представителей рода *Bifidobacteria* встречаются — *Bf. bifidum*, *Bf. animalis subsp. lactis*, *Bf. longum subsp. Longum* и *Bf. longum subsp. infantis* [15].

По результатам I. Yasmin [15] с соавторами, *Bf. longum subsp. longum* В-11, демонстрирует наилучшие функциональные пробиотические свойства, к примеру: выживаемость в условиях pH= 2 составляет около 85%; высокий процент гидрофобности клеточной поверхности к ксилену, около 78%, что имеет значение в процессе агрегации; отсутствие гемолитической активности; способность к росту при различных температурных режимах (от 10–45 °С) и другие. Таким образом, *Bf. longum subsp. longum* В-11 выделенный из верблюжьего молока, так же способен оказывать большее ингибирующее действие на рост и развитие бактериальных патогенов.

#### Заключение и выводы

Перспективы подробного изучения микрофлоры верблюжьего молока и продуктов на его основе имеют основания считаться актуальными. В мировом пространстве было проведено мало полноценных исследований функциональных пробиотических свойств МКБ верблюжьего молока, однако полученные данные подтверждают, что его микрофлора является уникальным источником пробиотических штаммов например, таких как: *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus reuteri*, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus paracasei*, *Bf. longum subsp. longum* и другие.

Таким образом, прослеживается и практическая значимость исследования в виде возможности разработок пробиотического препарата для животноводства на основе МКБ выделенных из верблюжьего молока и его продуктов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Akhmetsadykova S., Baubekova A., Konuspayeva G., Akhmetsadykov N., Faye B. Loiseau G. Lactic acid bacteria biodiversity in raw and fermented camel milk / S. Akhmetsadykova, A. Baubekova, G. Konuspayeva, N. Akhmetsadykov, B. Faye, G. Loiseau // African Journal of Food Science and Technology-2015.-Vol. 6 — P. 84–88
2. Davati N. Study of Lactic Acid Bacteria Community From Raw Milk of Iranian One Humped Camel and Evaluation of Their Probiotic Properties/ N. Davati, F. Tabatabaee Yazdi, S. Zibaee, F. Shahidi, MR. Edalati // Jundishapur J Microbiol. — 2015; Vol. 2015, No. 8. — 14 pages. DOI:10.5812/jjm.8(5)2015.16750
3. Chelliaha R In vitro and in vivo defensive effect of probiotic LAB against *Pseudomonas aeruginosa* using *Caenorhabditis elegans* model/ R. Chelliaha, J. Choia, S. Hwanga, B. Parka, E. Daliria, S. Kima, S. Weib, R. Ramakrishnanc, D. Oha // Virulence — 2018. — Vol. 9, No. 1. — P. 1489–1507. DOI: 10.1080/21505594.2018.1518088
4. Chuvakova Z. Chemical composition, microbial control and antiviral properties of freshly made and conserved Shubat “Bota” Z. Chuvakova, R. Beisembayeva, O. Puzyrevskaya, M. Saubenouva, M. Shamenova, T. Glebova, E. Popova, M. Baizhomartova, E. Baimenov // In: Park YW (ed) Bioactive components in milk and dairy products. Wiley, Hoboken- 2009.-Vol. 266, P. 171–172
5. Edalati E. Isolation of probiotic bacteria from raw camel’s milk and their antagonistic effects on two bacteria causing food poisoning / E. Edalati, B. Saneei, M. Alizadeh, S. Hosseini, A. Zahedi Bialvaei, and K. Taheri
6. Farah Z, Streiff T., Bachmann M. R. 1989. Manufacture and characterization of camel milk butter. *Milchwissenschaft* 44:412–414
7. Hamed E. and Elattar A. Identification and Some Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated From Egyptian Camels Milk/ E. Hamed, A. Elattar.// Life Science Journal- 2013. — Vol. 10, No. 1. P. 1953–1966.
8. Monteiro C. In Vitro Antimicrobial Activity and Probiotic Potential of Bifidobacterium and Lactobacillus against Species of Clostridium/ C. Monteiro, S. Monique, O. Bruna, S. Matheus, C. Santos, S. Maria Rosa Q. Bomfim, E. Fernandes and V. Monteiro-Neto // Nutrients — 2019. Vol. 448. No. 11. — 16 pages. DOI:10.3390/nu11020448
9. Mulaw G. In Vitro Evaluation of Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Some Traditionally Fermented Ethiopian Food Products / G. Mulaw, T. S. Tessema, D. Muleta and A. Tesfaye // Hindawi International Journal of Microbiology-2019.-Vol. 2019–8 pages. DOI: 10.1155/2019/7179514
10. Ouwehand A. Probiotics: an overview of beneficial effects/ A. C. Ouwehand, S. Salminen, E. Isolauri // Antonie Van Leeuwenhoek- 2002. — Vol. 82, No. 1–4, P. 279–289.
11. Quigley E. Prebiotics and Probiotics in Digestive Health / Quigley E. // Clin. Gastroenterol. Hepatol — 2019. Vol. 362, No. 2. — P. 333–344. DOI: 10.1016/j.cgh.2018.09.028.
12. Rahman N. Characterization of the dominant microflora in naturally fermented camel milk shubat/ N. Rahman, V. Xiaohong, F. Meiqin, D. Mingsheng // World J Microbiol Biotechnol –2009. — Vol.25 No. 17. — P. 1941–1946. DOI: 10.1007/s11274–009–0092–5
13. Rahmeh R. Distribution and antimicrobial activity of lactic acid bacteria from raw camel milk/ R. Rahmeh, A. Akbar, M. Kishk, T. Al-Onaizi, A. Al-Azmi, A. Al-Shatti, A. Shajan, S. Al-Mutairi and B. Akbar *New Microbes and New Infections* — 2019. — Vol. 30, No. 1. — 8 pages. DOI: 10.1016/j.nmni.2019.100560.
14. Ren D. Antimicrobial Characteristics of Lactic Acid Bacteria Isolated from Homemade Fermented Foods/ D. Ren, J. Zhu, S. Gong, H. Liu, H. Yu// Hindawi BioMed Research International –2018. — Vol. 2018, No.4. — 9 pages. DOI: 10.1155/2018/5416725
15. Yasmin I. In vitro Probiotic Potential and Safety Evaluation (Hemolytic, Cytotoxic Activity) of Bifidobacterium Strains Isolated from Raw Camel Milk / I. Yasmin, M. Saeed, W. Ali Khan, A. Khaliq, M. Chughtai, R. qbal, S. Tehseen, S. Naz, A. Liaqat, T. Mehmood, S. Ahsan and S. Tanweer // Microorganisms 2020. Vol. 354, No. 8. 21 pages. DOI:10.3390/microorganisms8030354.

DOI 10.37882/2223–2966.2020.05.24

## КРАТКИЙ ОБЗОР ЭНТОМОФАУНЫ ПЛАСТИНЧАТОУСЫХ ЖУКОВ (COLEOPTERA: SCARABEIDAE) РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

**Леонтьев Вячеслав Витальевич**

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

### OVERVIEW OF PLATE BEETLES ENTOMOFAUNA (COLEOPTERA: SCARABEIDAE) OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**V. Leontyev**

*Summary.* An overview of the entomofauna of plate-like hard-liners in the Republic of Tatarstan is given according to the data of many years of observations in the Verkhneuslon, Kamsk-Ustyinsky, Mamadyshsky, Elabuzhsky, Tukayevsky, Nizhnekamsky, Cheremshan districts. A total of 54 species belonging to 13 tribesmen, 9 subfamily, were identified.

*Keywords:* Scarabeoidea, Republic of Tatarstan, scarabeidae, aphodias, crunches, waxes.

*Аннотация.* Приведен краткий обзор энтомофауны пластинчатоусых жесткокрылых в Республике Татарстан по данным многолетних наблюдений в Верхнеуслонском, Камско-Устьинском, Мамадышском, Елабужском, Тукаевском, Нижнекамском, Черемшанском районах. Всего было выявлено 54 вида, относящихся к 13 трибам, 9 подсемействам.

*Ключевые слова:* Scarabeoidea, Республика Татарстан, пластинчатоусые, афодии, хрущи, восковики.

### Введение

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 Предуральем. 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> (Ермолаев и др., 2007). 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 (Ермолаев и др., 2007).

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.

В данной работе приведен краткий обзор пластинчатоусых жесткокрылых, выявленных по результатам полевых сборов автора в Республике Татарстан на рубеже веков без указания локалитета (в силу ограничений — в следующих публикациях). Сведения о составе энтомофауны пластинчатоусых жуков в различных регионах Среднего Поволжья на рубеже XXI века приводятся в работах многих авторов: А. Ю. Исаев (1995); Г. И. Юферев (2000); Л. В. Егоров (2001, 2004); И. В. Шохин (2002); С. В. Дедюхин (2003) А. Ю. Исаев и др. (2004); А. С. Сажнев, Н. В. Роднев (2006); З. А. Тимралеев и др. (2007).

### Цель исследования

Целью исследования была систематизация и составление списка видов пластинчатоусых жесткокрылых на территории республики.

### Материал и методы

Были использованы методы ручного сбора, кошени с травяного покрова, кустарников, ловли на световые источники. Фиксация материала проводилась общепринятыми способами для жесткокрылых насекомых. Номенклатура таксонов Scarabeoidea приведена по «Catalogue of Palaearctic Coleoptera» (2006) с уточне-

ниями в свете современных данных. Идентификация и уточнение видов Scarabaeoidea проводилось по отечественным работам: Медведев (1949, 1951, 1952, 1960, 1964, 1965), Берлов (1985), Берлов и др. (1989), Николаев (1989), Негроров (2000), Кабаков (2006), Ахметова, Фролов (2014).

Результаты исследования  
и их обсуждение

Ниже приводим список выявленных видов Scarabaeidae в Республике Татарстан.

**Family Scarabaeidae Latreille, 1802**

**Subfamily Aphodiinae Leach, 1815**

**Tribe Aphodiini Leach, 1815**

*Aphodius (Aphodius) fimetarius* (Linnaeus, 1758) — Афодий краснокрылый (навозный)

*A. (Acrossus) depressus* (Kugelann, 1792) — А. низкий

*A. (Acrossus) luridus* (Fabricius, 1775) — А. бледножелтый

*A. (Acrossus) rufipes* (Linnaeus, 1758) — А. ржавоногий

*A. (Agrilinus) ater* (De Geer, 1774) — А. темный

*A. (Bodiloides) nitidulus* (Fabricius, 1792) — А. блестящий

*A. (Bodilus) lugens* (Creutzer, 1799) — А. траурный

*A. (Calamosternus) granarius* (Linnaeus, 1767) — А. хлебный

*A. (Chilothorax) biguttatus* (Dalla Torre, 1879) — А. двупятнистый

*A. (Chilothorax) distinctus* (O.F. Müller, 1776) — А. пестрый

*A. (Chilothorax) melanostictus* W.L.E. Schmidt, 1840 — А. темнопятнистый

*A. (Colobopterus) erraticus* (Linnaeus, 1758) — А. блуждающий

*A. (Euheptaulacus) sus* (Herbst, 1783) — А.-свинья

*A. (Eupleurus) subterraneus* (Linnaeus, 1758) — А. подземный

*A. (Melinopterus) prodromus* (Brahm, 1790) — А.-предвестник

*A. (Otophorus) haemorrhoidalis* (Linnaeus, 1758) — А. краснозадый

*A. (Phalacrothous) quadrimaculatus* (Linnaeus, 1761) — А. четырехпятнистый

*A. (Rhodaphodius) aestivalis* (Stephens, 1839) (= *Aphodius (Aphodius) foetens* (Fabricius, 1787)) — А. пастбищный

*A. (Teuchestes) fossor* (Linnaeus, 1758) Афодий-копатель (землекоп)

*A. (Volinus) sticticus* (Panzer, 1798) (= *Aphodius (Chilothorax) sticticus* (Panzer, 1798)) — А. пятнистый

**Subfamily Scarabaeinae Latreille, 1802**

**Tribe Coprini Kolbe, 1805**

*Copris lunaris* (Linnaeus, 1758) — Копр лунный

**Tribe Oniticellini DeOrbigny, 1916**

*Euoniticellus fulvus* Goeze, 1777 — Навозничек рыжеватый

**Tribe Onthophagini Lacordaire, 1856**

*Caccobius (s.str.) schreberi* (Linnaeus, 1767) — Калоед Шребера

*Onthophagus (Palaeonthophagus) coenobita* (Herbst, 1783) — К.-монах

*Onthophagus fracticornis* (Preysler, 1790) — К. слабо-рогий

*Onthophagus furcatus* Fabricius, 1781 — К. двурогий

*Onthophagus (Palaeonthophagus) gibbulus* (Pallas, 1781) — К. горбатый

*Onthophagus (Palaeonthophagus) nuchicornis* (Linnaeus, 1758) — К. короткорогий

*Onthophagus ovatus* Linnaeus, 1767 — К. овальный

*Onthophagus semicornis* Panzer, 1798 — К. полурогий

*Onthophagus taurus* Schreber, 1759 — К.-бык

*Onthophagus vacca* Linnaeus, 1767 — К.-корова

*Onthophagus vitulus* Fabricius, 1777 — К.-бычок

**Subfamily Sericinae, 1837**

**Tribe Sericini Kirby, 1837**

*Serica brunnea* (Linnaeus, 1758) — Серика шелковистая

**Subfamily Melolonthinae Macleay, 1819**

**Tribe Melolonthini Samuelle, 1819**

*Melolontha hippocastani* Fabricius, 1801 — Хрущ майский восточный

*Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1758) — Хрущ майский западный

В последнее время распространяется на восток и рядом авторов вид отмечался значительно восточнее линии, указанной С.И. Медведевым (1965): на севере Воронежской (Негроров и др., 2005), Липецкой (Цуриков, 2009), Тульской (Дорофеев, 2007), Калужской (Алексеев, 2012) областей, в Республике Мордовия (Большаков и др., 2013).

*Polyphylla fullo* (Linnaeus, 1758) — Хрущ мраморный

**Tribe Rhizotrogini Belthold, 1827**

*Lasiopsis (s. str.) canina* (= *caninus*) (Zoubk., 1829) — Корнегрыз-собака

*Rhizotrogus (Amphimallon) solstitialis* (Linnaeus, 1758) (= *Amphimallon solstitialis* (Linnaeus, 1758)) — Корнегрыз (Нехрущ) июньский

**Subfamily Rutelinae MacLeay, 1819**

**Tribe Anomalini Streubel, 1839**

*Anisoplia* (*s.str.*) *agricola* (Poda von Neuhaus, 1761) — Кузька-крестоносец

*Anisoplia* (*Autanisoplia*) *austriaca* (Herbst, 1783) — Кузька посевной

*Anomala dubia* (Scopoli, 1763) — Хрущик луговой

*Chaetopteroptia segetum* (Herbst, 1783) — Кузька-красун

*Phyllopertha horticola* (Linnaeus, 1758) — Хрущик садовый

**Subfamily Hoplinae, Latreille, 1829****Tribe Hopliini Latreille, 1829**

*Hoplia parvula* Krynicki, 1832 — Цветоройка малая (гоплия-крошка)

**Subfamily Dynastinae MacLeay, 1819****Tribe Oryctini Mulsant, 1842**

*Oryctes nasicornis* (Linnaeus, 1758) — Жук-носорог обыкновенный (осторогий)

**Subfamily Cetoniinae Leach, 1815****Tribe Cetoniini Leach, 1815**

*Cetonia aurata* (Linnaeus, 1758) — Бронзовка золотистая

*Oxythyrea funesta* (Poda, 1761) — Бронзовка вонючая (рябая)

*Protaetia* (*Liocola*) *marmorata* (Fabricius, 1792) — Бронзовка мраморная

*Protaetia* (*Potosia*) *metallica* (Herbst, 1782) — Бронзовка металлическая

*Protaetia* (*Cetonischema*) *speciosissima* (Scopoli, 1786) (= *Protaetia* (*Cetonischema*) *aeruginosa* (Drury, 1770)) — Бронзовка большая зеленая (гладкая)

По мнению некоторых авторов (Krell et al., 2012; Lillig, 2012) вид, ошибочно принимался за *Protaetia aeruginosa* (Drury, 1770), широко распространенный в Европе, был определен как *Protaetia speciosissima* (Scopoli, 1786).

**Subfamily Trichiinae Gmelin, 1790****Tribe Osmodermiini Schenkling, 1922**

*Osmoderma barnabita* Motschulsky, 1845 (= *eremita* *auct.*) — Восковик-отшельник пахучий

Ранее вид принимался за *O. eremita* (Scopoli, 1763) [Красная книга ..., 2006], который по мнению некоторых

авторов (Audisio et al., 2007) обитает в Западной Европе, а восточная граница ареала проходит от Швеции, через северную Германию до южной Италии; примерно от этой линии, на востоке, на европейской части России встречается другой вид — *O. barnabita*.

**Tribe Trichiini Fleming, 1821**

*Gnorimus variabilis* (Linnaeus, 1758) (= *octopunctatus* Fabricius, 1775) — Пестряк изменчивый

*Trichius fasciatus* (Linnaeus, 1758) — Восковик перевязанный

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, таксономическое распределение пластинчатоусых жесткокрылых в Республике Татарстан выглядело следующим образом.

Подсемейство Aphodiinae включало одну трибу Aphodiini в составе которой было выявлено 20 видов.

Подсемейство Scarabaeinae включало 3 трибы (Coprini, Oniticellini, Onthophagini), к которым относились 13 видов.

Подсемейство Sericinae включало трибу Sericini с 1 видом.

К подсемейству Melolonthinae относились 2 трибы (Melolonthini, Rhizotrogini) с 5 видами.

Подсемейство Rutelinae включало 5 видов, относящихся к трибе Anomalini.

Подсемейство Hoplinae включало один вид, относящийся к трибе Hopliini.

Подсемейство Dynastinae также включало один вид, относящийся к трибе Oryctini.

Подсемейство Cetoniinae включало 5 видов, относящихся к трибе Cetoniini.

Подсемейство Trichiinae включало 3 вида, относящихся к трибам Osmodermiini и Trichiini.

В целом, можно обобщить, что в Республике Татарстан пока выявлено 54 вида, относящихся к 13 трибам, 9 подсемействам. Список видов не является исчерпывающим, для восполнения которого требуются специальные исследования. Вероятно, возможно обнаружение в республике более 80 видов пластинчатоусых жесткокрылых.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С. А. Дополнение к фауне пластинчатоусых жуков (Coleoptera: Scarabaeidae) заповедника «Калужские засеки» // Тр. заповедника «Калужские засеки». Вып. 2. Калуга, 2012. С. 121–124.
2. Ахметова Л. А., Фролов А. В. Обзор пластинчатоусых жуков трибы Aphodini (Coleoptera, Scarabaeidae) фауны России // Энтомологическое обозрение. XIII, 2, 2014. С. 403–446.
3. Берлов Э. Я. Определитель жуков-копрофагов рода Aphodius Illig. Прибайкалья // Наземные членистоногие Сибири и Дальнего Востока. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1985. С. 23–35.
4. Берлов Э. Я., Калинина О. И., Николаев Г. В. Семейство Scarabaeidae — Пластинчатоусые // Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. III, Часть 1. Л.: Наука, 1989. С. 380–434.
5. Большаков Л. В. и др. Расселение майского жука западного *Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Scarabaeidae) в центре европейской России / Л. В. Большаков, С. К. Алексеев, А. П. Михайленко, С. Г. Мазуров // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П. Г. Смидовича. Вып. XI. Саранск; Пушта, 2013. С. 89–97.
6. Дедюхин С. В. Пластинчатоусые жесткокрылые (Coleoptera, Scarabaeoidea: Trogidae, Scarabaeidae, Lucanidae) Удмуртской Республики // Бюл. МОИП. Сер. Биология. 2003. Т. 108, вып. 6. С. 3–13.
7. Дорофеев Ю. В. Список видов жесткокрылых (Hexapoda: Coleoptera) Тульских засек // Природа Тульской области. Сб. науч. тр. Вып. 1. Тула, 2007. С. 22–58.
8. Егоров Л. В. Новые и редкие для фауны Чувашии виды жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. Чебоксары, 2004. № 4(42). С. 162–175.
9. Егоров Л. В. Состояние изученности колеоптерофауны Чувашской Республики на рубеже веков // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. Чебоксары, 2001. № 1(20). С. 47–59.
10. 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.
11. Исаев А. Ю. К познанию фауны пластинчатоусых жуков (Coleoptera, Lamellicornia: Lucanidae, Trogidae, Scarabaeidae) Ульяновской области // Насекомые Ульяновской области. Ульяновск, 1995. Ч. 2. С. 28–45.
12. Исаев А. Ю., Егоров Л. В., Егоров К. А. Жесткокрылые (Insecta, Coleoptera) лесостепи Среднего Поволжья: Каталог. Ульяновск, 2004. 72 с.
13. Кабаков О. Н. Пластинчатоусые жуки подсемейства Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae) фауны России. М., 2006. 374 с.
14. Кабаков О. Н. Пластинчатоусые жуки подсемейства Scarabaeinae фауны России и сопредельных стран М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 374 с.
15. 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.
16. Медведев С. И. Пластинчатоусые (Scarabaeidae): подсемейства Cetoniinae, Valginae // Фауна СССР: Н.С. № 90. Жесткокрылые; Т. 10. Вып. 5. М.-Л.: Наука, 1964. 375 с.
17. Медведев С. И. Пластинчатоусые (Scarabaeidae): подсемейства Euchirinae, Dynastinae, Glaphyrinae, Trichiinae // Фауна СССР: Н.С. № 74. Жесткокрылые. Т. 10. Вып. 4. М.-Л.: Наука, 1960. 400 с.
18. Медведев С. И. Пластинчатоусые (Scarabaeidae): подсемейство Melolonthinae (Хрущи). Ч. 1. // Фауна СССР: Н.С. № 46. Жесткокрылые. Т. 10. Вып. 1. М.-Л.: Наука, 1951. 514 с.
19. Медведев С. И. Пластинчатоусые (Scarabaeidae): подсемейство Melolonthinae (Хрущи). Ч. 2. // Фауна СССР: Н.С. № 52. Жесткокрылые. Т. 10. Вып. 2. М.-Л.: Наука, 1952. 280 с.
20. Медведев С. И. Пластинчатоусые (Scarabaeidae): подсемейства Rutelinae (Хлебные жуки и близкие группы) // Фауна СССР: Н.С. № 36. Жесткокрылые; Т. 10. Вып. 3. М.-Л.: Наука, 1949. 371 с.
21. Медведев С. И. Семейство Scarabaeidae — Пластинчатоусые // Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. II. М.-Л.: Наука, 1965. 668 с.
22. Негроров С. О. К фауне и экологии рогачей и пластинчатоусых жуков (Coleoptera: Lucanidae, Scarabaeidae) Воронежской области // Энтомологическое обозрение. СПб, 2000. Т. LXXIX, вып. 1. С. 89–95.
23. Негроров С. О., Цуриков М. Н., Логвиновский В. Д., Фомичев А. И., Прокин А. А., Гильмутдинов К. С. Отряд Coleoptera // Кадастр беспозвоночных животных Воронежской области. Воронеж, 2005. С. 534–673.
24. Николаев Г. В. Пластинчатоусые жуки Казахстана и Средней Азии. Алма-Ата: Наука, 1989. 232 с.
25. Николаев Г. В., Пунцагдулам Ж. Пластинчатоусые (Coleoptera, Scarabaeoidea) Монгольской Народной Республики // Насекомые Монголии. Л.: Наука, 1984. Вып. 9. С. 90–294.
26. Сажнев А. С., Роднев Н. В. К фауне жесткокрылых (Coleoptera) Саратовского района Саратовской области. 2006. // <http://www.zin.ru/ANIMALIA/COLEOPTERA/rus/sarasar1.htm> (дата обращения: 15.01.2020)
27. Тимралеев З. А., Каменев А. Г., Бардин О. Д. Насекомые Мордовии. Ч. II. Жесткокрылые. Саранск, 2007. 176 с.
28. Цуриков М. Н. Жуки Липецкой области. Воронеж, 2009. 332 с.
29. Шохин И. В. Пластинчатоусые жуки (Coleoptera: Scarabaeoidea) Нижнего Поволжья. Биоразнообразие насекомых юго-востока европейской части России. Волгоград, 2002.
30. Юфев Г. И. Отряд Жесткокрылые // Животный мир Кировской области (беспозвоночные животные). Киров, 2000. Т. 5. С. 120–180.

31. Audisio P. et al. Updating the Taxonomy and Distribution of the European Osmoderma, and Strategies for their Conservation (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) / P. Audisio, H. Brustel, G. M. Carpaneto, G. Coletti, E. Mancini et al. // *Fragmenta entomologica*, Roma, 39(2). 2007. P. 273–290.
32. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera* (Eds. I. Lobl & A. Smetana). 2006. Volume 3. Stenstrup: Apollo Books. 690 p.
33. Krell F.-T., Rey A., Micy E. & M. Dutto. On nomenclature and identity of *Scarabaeus aeruginosus* Linnaeus, *S. aerugineus* Drury and *S. speciosissimus* Scopoli (Coleoptera: Scarabaeoidea: Cetoniinae and Rutelinae). *Revue Suisse de Zoologie*. 2012. 119 (1): 99–110.
34. Lillig Martin. Der Große Goldkäfer *Protaetia (Cetonischema) speciosissima* (Scopoli, 1786) neu im Saarland (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae). *Abh. Delattinia* 38: 303–306. Saarbrücken. 2012. ISSN0948–6526

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

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Елабужский институт Казанского Федерального Университета

## РЕАКЦИИ НЕКОТОРЫХ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ У КРЫСЯТ — САМЦОВ НА ГИПОКСИЮ ВО ВТОРОЙ ФАЗЕ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

**Мехбалиева Елнара Джабировна**

Азербайджанский Государственный Педагогический  
Университет, Баку, Азербайджан  
mehbaliyeva79@mail.ru

### REACTIONS OF SOME ENDOCRINE GLANDS IN MALE INFANT RATS TO HYPOXIA AT THE SECOND STAGE OF SEXUAL MATURATION

**E. Mehbaliyeva**

*Summary.* In the presented work, it was shown that with a one-time 20-minute severe form of hypoxia (85% N<sub>2</sub> + 15% O<sub>2</sub>), hormonal reactions from the adrenal cortex, thyroid gland, and testes in 2-month-old male rat pups during the middle stage of puberty, ambiguous. The adrenocortical hormone (cortisone) in the blood plasma increases at the very first day of hypoxia, and then the reaction dies out. On the 3rd day of experiment the blood level of thyroid gland hormone (thyroxine) increases slightly, and the total testosterone (hormone of testicles and suprarenal cortex) remains within the reference values, and to the 5th day of experiment it decreases substantially in relation to the standard.

*Keywords:* rats, acute hypoxia, endocrine glands, sexual maturation.

*Аннотация.* В представленной работе показано, что при одноразовой 20-ти минутной тяжелой формы гипоксии (85% N<sub>2</sub> + 15% O<sub>2</sub>) гормональные реакции со стороны коры надпочечников, щитовидной железы и семенников у 2-х месячных крысят — самцов в период средней стадии полового созревания, неоднозначны. Адrenокортикальный гормон кортизол в плазме крови повышается в первый же день гипоксии, а дальше реакция затухает. На 3-й день опыта в крови несколько возрастает уровень гормона щитовидной железы тироксина, а содержание тотального тестостерона- гормона семенников и коры надпочечников, остается в пределах контрольных величин и к 5-му дню опыта значительно понижается относительно к норме.

*Ключевые слова:* крысы, острая гипоксия, эндокринных желез полового созревание.

**Д**ля организма человека и животных, особенно в ранние периоды постнатального онтогенеза, эпизоды острой нехватки кислорода (O<sub>2</sub>) (гипоксия) является жизнеугрожающим фактором, приводящий иногда к его гибели.

По данным литературы, воздействие гипоксии вызывает в клетках и тканях организма сложные, обратимые и необратимые изменения как специфического, так и общего характера, а (многие постгипоксические изменения имеют либо адаптивной, либо же патологической направленности [10]. При этом в русле ранних (первичных) реакций происходит нарушение в клеточных митохондриальных биохимических циклах окислительного фосфорилирования, призванные обеспечить организма достаточным количеством свободной энергии [2], а нехватка АТФ (аденизинтрифосфат) отрицательно сказывается на возбудимость и деятельность нейронов головного мозга, мышечных и железистых клеток [5]. При этом нарушается также синтез ряда функционально важных нейропептидов, медиаторов и гормонов [7, 11], сопряженность системных механизмов нервной и нейроэндо-

кринной регуляции, осуществление ряда когнитивных и поведенческих реакций [4].

В развитии вторичных (поздних) постгипоксических эффектов важное место занимают реакции вегетативной нервной системы, и особенно ее центрального звена — гипоталамуса. Показано, что гормональная деятельность гипоталамических нейросекреторных клеток и тех эндокринных желез, функциональная активность которых находится под контролем нейротропных гормонов, неоднозначно изменяется при гипоксии [8].

Однако, несмотря на большие успехи в разработке и оценке вопросов проблемы гипоксии, ряд аспекты данного научно-исследовательского направления к настоящему времени остаются малоизученными [3]. В связи с этим, в настоящей работе цель исследования состояла в изучении изменений в секреторной деятельности таких важных периферийных эндокринных желез как кора надпочечников, щитовидная железа и семенников у экспериментально гипоксированных крысят-самцов вступивших во вторую, среднюю фазу полового созревания.



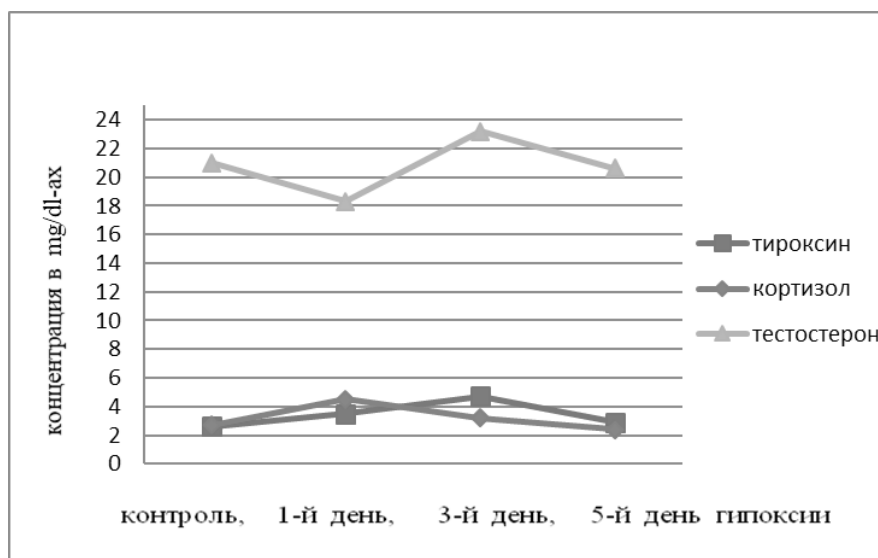


Рис. 1. Кривые изменения концентрации кортизола, тироксина и тестостерона в плазме крови у двухмесячных крысят-самцов до и после острой гипоксии

### Методика исследования

Работа выполнена на 16 двухмесячных белых крысят — самцах породы Вистар Животные были подразделены на контрольную и опытную группы (в каждой группе  $n=8$ ). Особи предназначенных для опыта по одному подвергали однократной гипоксии в течении 20 мин в малообъемной специальной камере следующим составом газов: азот ( $N_2$ ) 85% и кислород ( $O_2$ ) 15%. Чтобы нивелировать дополнительного отрицательного действия, выдыхаемого животным  $CO_2$ , в камеру заранее было вложено определенное количество химвсасывателя  $Na_2O_2$ .

У каждой контрольной и подопытной особи из бедренной вены систематически брали кровь. С биоэтических позиций работы с экспериментальными животными это малоинвазивный способ, позволяющий в то же время проследить за изменением в крови изучаемого показателя у одного и того же животного в течение всего срока опытов. В плазме крови контрольных и подопытных крысят изучали содержания кортизола (гормона коры надпочечников), тироксина (гормона щитовидной железы) и тотального тестостерона (гормона коры надпочечников и семенников, мужской половой железы). Определение гормонов у подопытных было осуществлено на 1, 3 и 5 день гипоксии.

Определение осуществляли методом иммуноферментного анализа [13]. При этом были использованы наборы реактивов Siemens ADVIA CENTAUR Cr., Lite Reactive. Каждый гормон был изучен в отдельном образце плазмы, применив специального кита. Измерение концентраций гормонов выполнялось на автома-

тическом анализаторе. Все анализы были проведены в Центральной Биохимической Лаборатории при Азербайджанском Медицинском Университете по договору о научном сотрудничестве. Полученные данные обработаны статистически с использованием критерия Стьюдента-Фишера. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$  и ниже.

### Результаты исследования

Поскольку в ходе исследования изучали содержания разнообразных гормонов в крови неполовозрелых крысят, то для нас важное значение имела оценка функциональной активности в этом возрасте тех эндокринных желез, которые продуцируют их в организме данного вида животного. Оказалось, что у нормально растущих (интактных) двухмесячных крысят-самцов в крови обнаруживаются разные величины гормонов: содержание адренокортикального гормона кортизола в плазме крови в норме составляло, по нашим данным, 2,7 mg/dl, гормона щитовидной железы тироксина (2,6 mg/dl, а тотального тестостерона, гормон семенников и коры надпочечников- 21,0 mg/dl).

Известно, что кортизол (или гидрокортизон) участвует в регуляции многих внутриклеточных процессов, в углеводном, белковом и жировом (липидном) обмене, стимулирует распада сахаров и белков, активирует образования гликогена в печени путем ускорения дезаминирования глюкогенных аминокислот и превращения их безазотистых остатков в глюкозы, усиливает защитно-адаптивных сил организма, является «стрессорным» гормоном. Тироксин повышает интенсивность внутри

клеточных окислительных реакций, стимулирует рост и развитие организма, поддерживает возбудимость нервных и мышечных клеток, играет роль в стрессах. А тестостерон активирует функций мужских половых органов и полового поведения, действует на общий обмен веществ, стимулирует синтеза белков, относится к сильным анаболическим гормонам [1, 6, 12].

Согласно литературным данным, у незрелых животных уровень ряда гормонов в крови, особенно тех, интенсивность выработки и экскреции которых регулируется через тропных функций (АКТГ, -ТСГ,— и ФСГ –функций) гипоталамо-гипофизарной системы, обычно бывает ниже, чем у зрелых животных. Исследованные нами гормоны, как известно, продуцируются в соответствующих железах под контролем этой системы и наши данные тоже подтверждают выше сказанное. Как уже было отмечено, в крови двухмесячных крысят — самцов, находящихся в средней фазе полового созревания, обнаруживаются сравнительно низкие уровни кортизола и тироксина, и более высокие величины тестостерона.

У этих же крысят гормональные реакции на гипоксию характеризуются некоторыми особенностями. На рис. 1. показаны кривые динамики изменения концентраций кортизола, тироксина и тотального тестостерона в ранний период воздействия острой гипоксии. Обнаружено, что влияние гипоксии неоднозначно для функциональной активности коры надпочечников, щитовидной железы

и семенников, что, по существу, отражается в динамике количественного изменения их гормонов в периферической крови. Более того, величина содержания кортизола первоначально резко возрастает, а затем постепенно снижается к 5-му дню опыта. Тироксин увеличивается лишь на 3-й день гипоксии, а изменения уровня тестостерона по ходу опыта носит иной характер; в начале он резко снижается, потом возрастает, и снова снижается по сравнению с контролем.

В литературе есть сведение о том, что даже пренатальная гипоксия способна изменить уровень кортикостерона и тестостерона в ранний постнатальный период онтогенеза [8]. Нами также показано, у один и трехмесячных экспериментальных животных (крысят и крольчат), что половые гормоны эстрадиол и тестостерон подвержены к уменьшению после гипоксии [9].

Из проведенного эксперимента можно заключить, что в реакции на гипоксию периферийные эндокринные железы подключаются в зависимости от их физиологического роли в организме животного вступающего в цикл полового созревания. В данном случае быстро реагировала на гипоксию адренкортикальная железа, вырабатывающая так называемые «стрессорные гормоны», к числу которых относится также кортизол. По-видимому, щитовидная железа несколько поздно подключается в систему постгипоксических реакций, а половые железы при этом оказываются несколько подавленными в функциональном отношении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дедов И.М., Меличениченко Г. А., Фадеев В. В. Эндокринология. М., Наука, 2000.
2. Лукьянова Л. Д. Митохондриальная дисфункция — типовой патологический процесс, молекулярный механизм гипоксии /В кн: Проблемы гипоксии: молекулярные, физиологические и медицинские аспекты, М., Истоки, 2001, с. 8–17.
3. Мехбалиева Е. Дж. Проблема гипоксии: фундаментальные аспекты и пути их экспериментального исследования //Известия НАН Азербайджана, сер. биол. и мед., Баку, 2013. с. 109–116. (на азерб. языке)
4. Мехбалиева Е. Дж. Первичные и вторичные реакции нервной ткани на нехватку кислорода и их отражение в сложносистемных функциях головного мозга // Вестник Моск. Гос. Обл. Университета, 2014. № 4, с. 32–41.
5. Самойлов М. О. Реакция нейронов мозга на гипоксию. Л., Наука, 1985.
6. Угрюмов М. В. Механизмы эндокринной регуляции, М., Наука, 1999.
7. Chen X. Hypoxiya influens enkefalin realize in rat // Neurorepot, 2000, v.1, n.7, pp. 1555–1558.
8. Herman R.E., Longo L. D., Megivern R. F. Decreased postnatal testosterone and koptikosterone consentration in rats folloving acuteintermitet prenatal hypoxia wihout alterations in adult mall sex bihavior //Neurotoxicol. and Teratol., 1994, v.16. n.2, pp. 201–206.
9. Mehbalieva E. J. Stady of the action of chronic hypoxia on puberty /Academic Science Week– 2015. Inter. Multidiscip Forum. Baku. Azerbaijan, 2015, pp.392–393.
10. Michels C. Physiological and pathological respons to hypoxia //J. Patal., 2004, n.6, pp.1875–1882
11. Mishra O.P., Delhoriya M. Cellular mechanisms of hypoxia inyury in the developing brain // Brain Res. Bull. 1999, v. 48, pp. 233–238.
12. Whitle R.I., Meikle A. W., Watts N. B. Endokrinology. Part VI: Adrenokortikal stezoids. In: Burtis C. A. Ashwood E. R. ed., Textbook of Clinical Chemistry, 2 nd., ed., 1994, pp. 1808–1821.
13. Wild D. Laboratory Management. The Immonaassy. Handbook, Stocton Press, 1994.

© Мехбалиева Елнара Джабировна ( mehbalieva79@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОСОБЕННОСТИ ВОЗДУШНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ЗВУКОВ У СТУДЕНТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЧЕБНОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

**Морякина Светлана Васильевна**

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Чеченский  
государственный университет»  
s.moriakina@yandex.ru

**Анзоров Ваха Асхадович**

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Чеченский  
государственный университет»  
vaha-anzorov@mail.ru

## FEATURES OF AIR CONDUCTIVITY OF SOUNDS IN STUDENTS AS A RESULT OF IMPACT OF TRAINING AND PHYSICAL ACTIVITY

**S. Moryakina  
V. Anzorov**

*Summary.* Scientific article is devoted to the study of air conductivity of sound signals in students of the Chechen Republic of different sex as a result of the impact of educational and dosed physical activity. During the examination of female students of all courses and second-year students, we found a reduction in hearing acuity for air conduction. Fourth-year students had a non-ordinary response to the learning burden. Their right ear audible threshold was lower than their left ear. In fifth-year students, the experiment showed the presence of an unstable wavy character with some improvement in the conductivity of sounds for the right ear. Auditory sensitivity was higher, with senior fifth year students and fourth year students. We did not find the presence of deafness in all the examined groups of students and female students. After physical exercise, the conductivity of sounds deteriorated, the audibility threshold increased, especially at low frequencies in young men.

*Keywords:* students, air conduction of sounds, learning and physical activity, gender signs.

*Аннотация.* Научная статья посвящена изучению воздушной проводимости звуковых сигналов у студентов Чеченской Республики разного пола в результате воздействия учебной и дозированной физической нагрузки. При обследовании студенток всех курсов и студентов второго курса нами было установлено снижение остроты слуха для воздушной проводимости. У студентов четвертого курса отмечалась неординарная реакция на учебную нагрузку. Порог слышимости правого уха у них был ниже, чем левого. У студентов пятого курса эксперимент показал наличие нестабильного волнообразного характера с некоторым улучшением проводимости звуков для правого уха. Слуховая чувствительность оказалась выше, у студенток старшего пятого курса и у студентов четвертого курса. Наличие тугоухости во всех обследованных группах студентов и студенток мы не обнаружили. После выполнения физической нагрузки произошло ухудшение проводимости звуков, повысился порог слышимости, особенно на низких частотах у юношей.

*Ключевые слова:* студенты, воздушная проводимость звуков, учебная и физическая нагрузка, гендерные признаки.

## Введение

Одной из наиболее актуальных проблем современной молодежи является снижение слухового восприятия, и именно студенческая молодежь в наши дни составляет большую группу риска по тугоухости. А как известно, слух для человека является биологическим и социальным фактором речевого общения.

Речевые сигналы ограничены частотным диапазоном от 1000 до 10000 Гц и интенсивностью от 50 до 80 дБ [5].

Для исследования воздушной звукопроводимости используют аудиометрические методы, основанные на принципе «нервной аудиометрии», которые впервые были применены в 1947 году Veresy [7].

Таблица 1. Сопоставление остроты слуха при воздушной проводимости у девушек всех курсов

Частота в Гц	Слуховые пороги, дБ (M ± m)					
	Второй курс		Четвертый курс		Пятый курс	
	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)
125	13,43±7,899	17,81±9,656	12,17±8,094	19,34±9,451	11,05±6,142	11,05±8,592*
250	16,25±8,660	20,00±8,165	18,26±8,476	24,34±11,412	13,68±8,635	17,63±6,534
500	19,37±9,639	20,31±8,845	17,82±9,750	23,04±11,154	16,05±9,366	20,78±9,997
750	14,37±7,932	18,75±8,66	15,43±8,649	19,13±16,001	15,52±8,803	16,31±10,651
1000	14,37±8,732	21,87±17,877	15,65±11,804	17,60±9,998	16,57±9,726	17,85±13,876
1500	11,87±8,342	17,5±11,255	14,13±9,960	17,82±11,854	10,52±7,434	14,47±7,618
2000	9,37±7,27	12,18±7,521	8,91±7,223	11,30±8,008	7,97±6,21	8,94±7,92
3000	7,18±6,316	9,06±6,884	6,52±6,112	10,00±10,000	3,68±4,667	3,68±4,956**
4000	5,31±5,313	9,68±9,031	8,09±6,978	10,87±8,209	5,78±4,171	4,21±5,073*
6000	10,62±6,292	12,81±8,938	14,56±11,069	16,30±17,335	7,89±7,965	9,47±9,985
8000	13,43±7,004	15,31±9,911	15,21±12,011	20,21±15,846	12,10±10,582	11,84±9,008

Примечание: \*P <0,05; \*\*P <0,02

Таблица 2. Сопоставление остроты слуха при воздушной проводимости у юношей всех курсов

Частота в Гц	Слуховые пороги, дБ (M ± m)					
	Второй курс		Четвертый курс		Пятый курс	
	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)
125	11,66±2,887	16,66±10,408	12,85±8,092	6,42±3,780*	11,66±7,638	11,25±6,292
250	10,00±5,000	21,66±7,638	14,28±9,759	13,57±6,268	13,33±5,774	16,66±2,887
500	11,66±2,882	25,00±10,000	17,85±7,559	12,14±7,559*	13,33±5,774	18,33±17,559
750	13,33±5,774	21,66±7,638	10,71±8,864	7,85±4,880***	20,00±5,000	11,66±12,583
1000	8,33±7,638	15,00±5,000	12,14±5,669	7,14±5,669	16,66±5,774	18,33±2,887
1500	6,66±7,638	10,00±5,000	9,28±4,499	3,57±4,756	15,00±5,000	13,33±5,774
2000	5,00±5,000	8,33±2,887	7,14±5,669	5,00±5,000	16,66±10,408	11,66±10,408
3000	10,00±8,660	5,00±5,000	9,28±8,381	6,42±4,756	15,00±8,660	3,33±2,887
4000	13,33±18,930	13,33±11,54	7,14±4,880	9,28±6,726	8,33±10,408	6,66±2,887
6000	10,00±5,000	6,66±2,887	5,00±4,082	6,42±6,268	10,00±10,000	6,66±11,547
8000	6,66±2,887	20,00±5,000	14,28±7,868	12,14±3,934**	11,66±12,583	16,66±16,073

Примечание: \*P <0,05; \*\*P <0,02; \*\*\*P <0,001

Как известно из литературных источников, чрезмерная умственная и физическая нагрузка могут оказывать неблагоприятное влияние на функциональное состояние слухового анализатора [10].

Поэтому проведенные нами исследования с целью установления изменений остроты слуха при учебной и дозированной физической нагрузке у разнополых студентов носят весьма актуальный характер.

В более ранних публикациях мы уже затрагивали тему воздействия физических нагрузок на слуховую чувствительность студентов [4].

#### Материал и методы исследований

Участниками эксперимента стали 72 студента биолого-химического факультета Чеченского государственного

университета (из них 57 девушек и 15 юношей) 2-го, 4-го, и 5-го курсов, которые составили три группы. В каждой группе были выделены две подгруппы по гендерным признакам.

Исследовательский материал был собран в лаборатории «Физиология человека» с октября по декабрь 2019 года.

Было проведено четыре серии экспериментов.

Серия 1. Анализ воздушной проводимости слухового анализатора у юношей и девушек путем сопоставления данных слуховой проводимости левого и правого уха.

Серия 2. Сопоставление показателей остроты слуха отдельно у девушек и юношей всех курсов. Установление уровня снижения воздушной проводимости звука.

Проверка версии о некотором преобладании слуховой чувствительности у мужчин.

Серия 3. Установление степеней тугоухости у студентов и студенток разных курсов, основанной на усредненных значениях порогов звуковосприятия на частотах 0,5; 1; 2 и 4 кГц.

Серия 4. Анализ реакции слуховой системы при воздушной проводимости на дозированную физическую нагрузку в виде пробы Мартине (20 приседаний за одну минуту для девушек и 30 — для юношей). В эксперименте участвовали: 21 девушка и 7 юношей четвертого курса.

У студентов определяли остроту слуха при воздушной проводимости по окончании учебных занятий. Для воздушной проводимости звука использовались следующие частоты: 125, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Гц.

Для воздушной проводимости звука при физической нагрузке использовались следующие частоты: 125, 500, 2000, 4000, 6000 Гц.

Остроту слуха исследовали с помощью автоматизированного аудиометра АА-02.

Для статистической обработки использовалась программа «Excel 2016».

### Результаты исследований и обсуждение

В первой серии экспериментов мы проанализировали данные воздушной проводимости слухового анализатора у испытуемых 2, 4 и 5 курсов (табл. 1,2).

Мы обратили внимание, что у девушек второго курса порог остроты слуха правого уха повышен в среднем на 32,5% при исследовании всех частот от 125 до 8000 Гц.

Самая высокая острота слуха была зафиксирована для двух средних частот — 2000 и 3000 герц, а также для высокочастотной — 4000 герц, особенно для левого уха (ниже 10 дБ).

У юношей второго курса мы установили такую же зависимость, как и у девушек, которая заключалась в том, что слышимость левого уха была в среднем выше на 87,8% (это гораздо выше, чем у девушек второго курса — 32,5%), чем правого, кроме частот 3000 и 6000 Гц, где острота слуха была выше у левого уха.

Сравнивая данные порога слышимости правого и левого уха у студенток четвертого курса нами установле-

ны такие же изменения, как и у студенток второго курса. То есть для правого уха было отмечено ухудшение слышимости в среднем на 30%, чем для левого. Наилучшая слышимость была отмечена для частот 2000, 3000 и 4000 герц.

Что касается студентов четвертого курса, то у них мы наблюдали обратную зависимость. Острота слуха правого уха у них оказалась лучше, чем левого на 32,5%, кроме высокочастотных тонов 4000 и 6000 герц. Причем правое ухо у этой группы студентов практически на всех исследуемых частотах обладало хорошим слухом на уровне до 10 дБ.

Студентки пятого курса имели такую же однотипную реакцию, как и девушки второго и четвертого курсов. Правое ухо отличалось более высоким порогом слышимости в среднем на 18,6%. Исключение составляли высокочастотные тоны звука на уровне 4000 и 8000 герц, где острота слуха была лучше для левого уха. Наибольшая слуховая чувствительность как правого, так и левого уха была установлена от 2000 до 6000 герц.

У студентов пятого курса эксперимент показал наличие нестабильного волнообразного характера с некоторым улучшением проводимости звуков для правого уха.

Во второй серии экспериментов мы сопоставили показатели остроты слуха по воздушной проводимости отдельно у девушек и юношей всех курсов.

В результате было установлено, что слуховая чувствительность оказалась выше, у студенток старшего пятого курса и у студентов четвертого курса. Возможно, это связано с адаптацией к учебным нагрузкам [3].

Кроме того, мы обнаружили критический уровень снижения слуха (ниже 20 дБ) у студенток и студентов второго курса (девушки — частоты 500 и 1000 герц; юноши — частоты 250, 500 и 750 герц) и студенток четвертого курса (частоты 250 и 500 герц) на уровне средних частот для правого уха.

В данном случае речь идет о нарушении звукопроводящей системы, вызванной повреждением наружного или среднего уха. Снижение слуха в низкочастотном диапазоне может наблюдаться при перенесенных простудных заболеваниях.

Существует мнение о некотором преобладании слуховой чувствительности у мужчин.

Мы также проверили эту версию, которая нашла некоторое подтверждение (левое ухо) в наших экспериментах для второго курса.

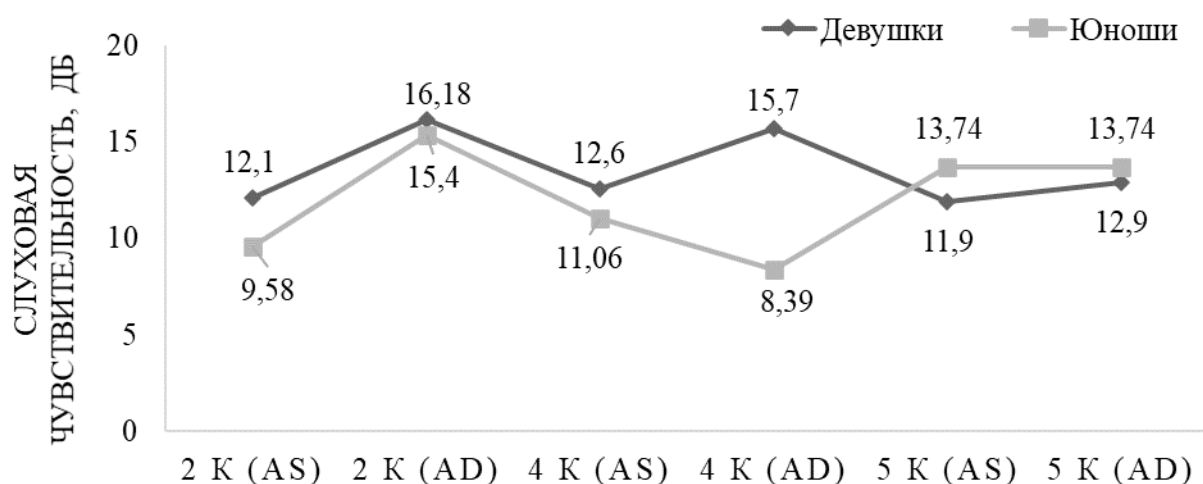


Рис. 1. Анализ возможного наличия тугоухости у девушек и юношей всех курсов

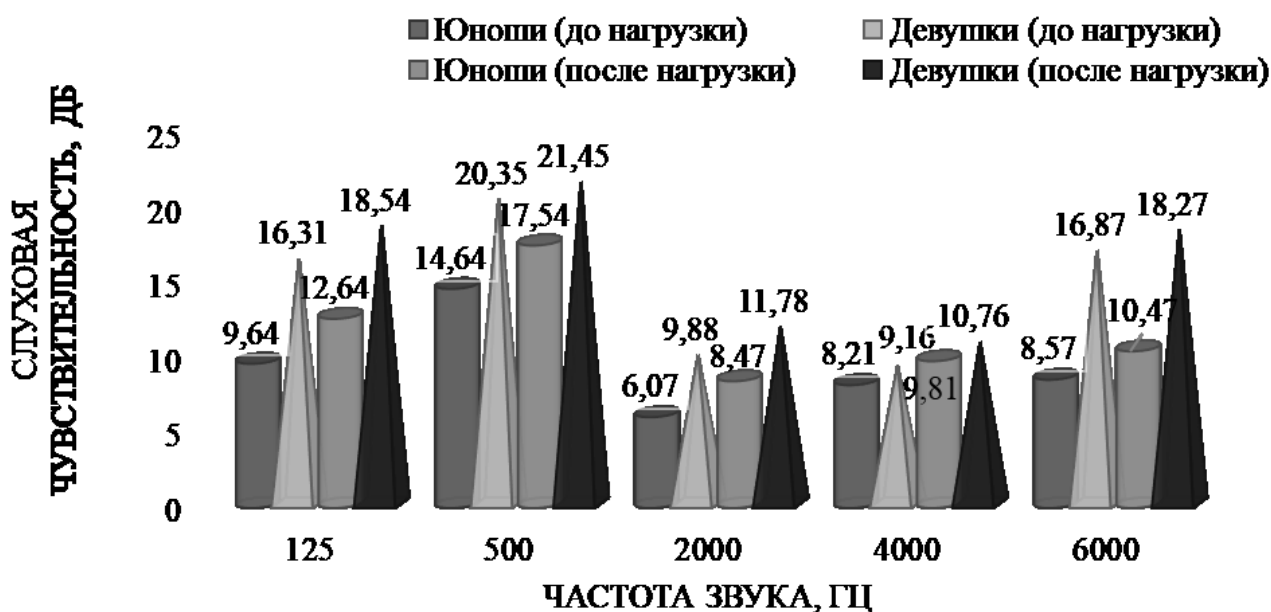


Рис. 2. Динамика порога слышимости слухового анализатора у студентов и студенток при воздушной проводимости до и после физической нагрузки

Но показатели остроты слуха у девушек и юношей носили не стабильный характер для разных частот.

Для четвертого курса проверяемая нами теория полностью подтвердилась.

Острота слуха у юношей этой группы действительно была выше, чем у девушек для всех исследуемых частот.

Для пятого курса проверяемая нами теория не подтвердилась.

В третьей серии экспериментов мы провели анализ возможного наличия тугоухости с помощью международной классификации степеней тугоухости, основанной на усредненных значениях порогов звуковосприятия на частотах 500; 1000; 2000 и 4000 Гц [2].

После проведенных вычислений, которые представлены на рис. 1 наличие тугоухости во всех обследованных группах студентов и студенток мы не обнаружили.

В четвертой серии экспериментов мы решили проверить, как будет реагировать слуховой анализатор на дозированную физическую нагрузку в виде пробы Мартине.

Был проведен анализ данных воздушной проводимости звука для разных частот (низкие, средние и высокие) до и после выполнения нагрузки. За основу брался усредненный показатель остроты слуха для обеих ушей.

При подаче звука разной частоты мы обратили внимание, что у испытуемых юношей и девушек после выполнения физической нагрузки, происходит ухудшение проводимости звуков, повышается порог слышимости, особенно на низких частотах (125 и 500 герц) у юношей (рис. 2).

## Заключение

При обследовании студенток всех курсов и студентов второго курса нами было установлено однотипное снижение проводимости и чувствительности рецепторного ап-

парата правого уха с более выраженным сдвигом у юношей, которое проявлялось в снижении остроты слуха.

Обычно ведущее ухо правое, при этом доминирует левое полушарие. На ведущие органы обычно приходится большая нагрузка и они быстрее утомляются [9]. В результате снижаются их функции, что характерно для наших исследований.

У студентов четвертого курса нами была установлена неординарная реакция на учебную нагрузку. Порог слышимости правого уха у них был ниже, чем левого. Следовательно, левое ухо у этой группы студентов было подвержено утомлению в большей степени. Возможно, у этих студентов доминирует правое полушарие и соответственно левое ухо является ведущим [8].

Наличие тугоухости во всех обследованных группах студентов и студенток мы не обнаружили.

Также было обнаружено, что, дозированная физическая нагрузка снижает проводимость и ухудшает порог чувствительности и возбудимости рецепторного аппарата слухового анализатора. Этот факт можно объяснить снижением функциональной подвижности слуховых зон коры [1, 6].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баданов А. В. Влияние учебной нагрузки на умственное и физическое состояние студентов // Вестник Бурятского государственного университета. 2011. № 13. С. 12–15.
2. Загорянская М. Е., Румянцева М. Г., Дайняк Л. Б. Возможности профилактики развития тугоухости и глухоты на основе системного анализа данных эпидемиологии нарушения слуха // 7 съезд оторинолар. России: Тез докл. СПб., 2006. С. 25–26.
3. Зубкова Ю. А. Гендерные особенности нарушения работы слухового анализатора лиц трудоспособного возраста // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум 2017» URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017035332>.
4. Морякина С. В., Анзоров В. А., Солтагериева М. И., Мирзоева Х. У. Особенности слуховой чувствительности у студентов в зависимости от степени физической нагрузки // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития». 08 сентября 2019 г. Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2019. С. 197–204.
5. Оториноларингология: учебник / Под ред. И. Б. Солдатова, В. Р. Гофмана. СПб: ЭЛБИ, 2000.
6. Ратнер М. В., Зверева Г. С. Функциональное состояние слухового анализатора при совместном воздействии шума, вибрации, физической работы и высокой температуры // Гигиена труда и проф. заболевания. М., 1982. № 7. С. 47–50.
7. Современные научные исследования и инновации. 2012. № 4. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/04/11029>.
8. Терютин Ф. М., Барашков Н. А., Федотова Э. Е. Аудиологический анализ состояния слуха в случайной выборке лиц молодого возраста // Российская оториноларингология. 2012. № 4 (59). С. 101–110.
9. Новикова Е. И., Надежкина Е. Ю., Ситяева С. М., Новиков Д. С. Физиология сенсорных систем: учебно-методическое пособие. Волгоград: Волгоградский государственный социально-педагогический университет, «Перемена», 2015. 92 с.
10. Янкевич И. Е. Динамика адаптационных процессов к физическим нагрузкам слабослышащих подростков под воздействием занятий футболом // Естественные науки. Издательство: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Астраханский государственный университет». 2016. № 1 (54). С. 82–88.

© Анзоров Ваха Асхадович (vaha-anzorov@mail.ru), Анзоров Ваха Асхадович (vaha-anzorov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОСТНОЙ СЛУХОВОЙ ПРОВОДИМОСТИ У СТУДЕНТОВ ПРИ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКЕ НА ОСНОВЕ АУДИОМЕТРИИ

## CHANGE OF BONE AUDITORY CONDUCTIVITY IN STUDENTS AT MENTAL LOAD BASED ON AUDIOMETRY

**S. Moryakina  
V. Anzorov**

*Summary.* The scientific work presents the dynamics of changes in the bone conductivity of sounds in students of the Biological and Chemical Faculty of the Chechen State University under the influence of the educational load in the comparative aspect on a gender basis. As a result of the studies carried out, it was found that in girls of the second and fifth years sounds of different tonality are better conducted through the bones of the skull. Best of all, second-year students had bone conduction expressed at a high frequency of 3,000 hertz. Fourth year students had sharper hearing, when conducting sounds through skull bones than girls. Students of the fifth year of both sexes heard better at high frequencies — 3000 and 4000 hertz. In all three courses, the bone-air interval was increased at low and medium frequencies (250, 500, 750 hertz) of the right ear. Young men also had the above changes established, but in the fourth and fifth courses they were typical of the left ear, and in the second course they were characteristic of the right ear. Fifth year students also saw an increase in the bone-air interval for the left ear at a high frequency of 4,000 hertz to 15 dB.

*Keywords:* different-sex students, bone conduction, bone-air interval training load.

**Морякина Светлана Васильевна**

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

s.moriakina@yandex.ru

**Анзорев Ваха Асхадович**

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

vaha-anzorov@mail.ru

*Аннотация.* В научной работе представлена динамика изменений костной проводимости звуков у студентов биолого-химического факультета Чеченского государственного университета при воздействии учебной нагрузки в сравнительном аспекте по гендерному признаку. В результате проведенных исследований было установлено, что у девушек второго и пятого курса звуки различной тональности лучше проводятся через кости черепа. Лучшее всего у студентов второго курса костная проводимость была выражена на высокой частоте — 3000 герц. Студенты четвертого курса имели более острый слух, при проведении звуков через кости черепа, чем девушки. Студенты пятого курса обоего пола лучше слышали на высоких частотах — 3000 и 4000 герц. У девушек всех трех курсов костно-воздушный интервал был повышен на низких и средних частотах (250, 500, 750 герц) правого уха. У юношей также были установлены вышеизложенные изменения, но у четвертого и пятого курсов они были характерны для левого уха, а у второго курса — для правого. У студентов пятого курса также было отмечено повышение костно-воздушного интервала для левого уха на высокой частоте 4000 герц до 15 дБ.

*Ключевые слова:* разнополые студенты, костная проводимость, костно-воздушный интервал учебная нагрузка.

## Введение

Слуховая система — вторая по значению в обеспечении адаптивных реакций и познавательной деятельности человека [7].

Исследование воздушной и костной звукопроводимости обычно проводят с использованием аудиометра, который предназначен для оценки функционального состояния слухового анализатора человека путем определения порогов слышимости по воздушному и костному звукопроведению методом сравнения слу-

ха, обследуемого с характеристиками, эквивалентными порогу слышимости отолитически нормального человека [6, 8].

Учебный процесс может оказывать негативное воздействие на функциональную лабильность слуховой системы у студентов и учащейся молодежи.

Поэтому проведенные нами исследования с целью установления изменений остроты слуха при учебной нагрузке у разнополых студентов носят весьма актуальный характер.



Таблица 1. Характер изменений остроты слуха при костной проводимости у девушек всех курсов

Частота в Гц	Костная проводимость, дБ					
	M ± m					
	Второй курс		Четвертый курс		Пятый курс	
	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)
250	5,31±6,183	5,93±7,122	5,00±8,394	7,17±8,094	8,42±9,287	7,89±7,133
500	9,68±10,403	7,81±7,952	8,04±9,138	6,95±8,221	7,10±6,935	7,5±8,618
750	6,87±7,500	4,37±6,292	7,17±7,808	7,82±8,233	8,15±7,493	3,15±5,058
1000	9,37±7,500	7,81±6,824	11,30±10,137	10,65±9,571	9,21±9,016	7,10±7,512
1500	11,56±11,65	7,10±7,719	10,65±11,412	9,56±9,643	8,94±7,742	7,89±8,219
2000	7,81±7,521	8,12±8,139	8,04±9,383	8,04±9,970	3,94±4,882	6,31±8,307
3000	2,50±4,472	3,12±6,021	2,39±3,652	6,30±7,419	0,52±2,294	1,57±4,100
4000	5,93±7,576	5,93±6,884	7,17±8,233	8,91±8,655	5,26±5,13	5,26±7,35

Таблица 2. Характер изменений остроты слуха при костной проводимости у юношей всех курсов

Частота в Гц	Костная проводимость, дБ					
	M ± m					
	Второй курс		Четвертый курс		Пятый курс	
	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)	Левое ухо (AS)	Правое ухо (AD)
250	13,33±15,275	6,66±11,547	2,85±7,559	4,28±7,868*	13,33±5,774	11,66±5,774
500	13,33±18,93	20,0±18,028	0,71±1,89	2,85±7,559*	8,33±5,774	8,33±2,887
750	8,33±10,48	11,66±7,638	0,0±0,0	2,85±4,88	8,33±10,408	8,33±10,408
1000	20,0±20,0	15,00±8,660	4,28±7,868	5,00± 9,574	18,33±2,887	16,66±10,408
1500	16,66±15,275	15,00±8,660	1,42±3,78***	4,28±7,868	11,66±2,887	8,33±10,408
2000	5,00±5,000	10,00±5,0	0,0±0,0	3,57±7,480	11,66±20,207	3,33±5,774
3000	3,33±2,887	5,0±8,66	0,0±0,0	0,71±1,89	0,0±0,0****	0,0±0,0
4000	11,66±12,583	13,33±12,583	0,71±1,89**	2,14±5,66*	1,66±2,8982	0,0±0,0

Примечание: \*P <0,05; \*\*P <0,02; \*\*\*P <0,01; \*\*\*\*P <0,001

Цель настоящей работы состояла в изучении функционального состояния слуховой системы у студентов разного пола при костной проводимости звуковых сигналов.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучение слуховой чувствительности при костной проводимости звуков у девушек и юношей 2-х, 4-х и 5-х курсов.
2. Сопоставление остроты слуха при костной проводимости для правого и левого уха отдельно у девушек и юношей всех курсов.
3. Определение наличия кондуктивного компонента (костно-воздушного интервала) на каждой из исследуемых частот.

## Материал и методы исследования

Всего было обследовано 72 студента (57 девушек и 15 юношей) 2-го, 4-го, и 5-го курсов, которые составили три группы, каждая из которых была разделена по признаку пола две подгруппы. Экспериментальный материал был собран в лаборатории «Физиология человека» с октября по декабрь 2019 года.

Для костной проводимости звука использовались следующие частоты: 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 Гц.

Изучение костной проводимости звуков проводили с помощью автоматизированного аудиометра АА-02. Тест проводился от 10 до 15 минут [9].

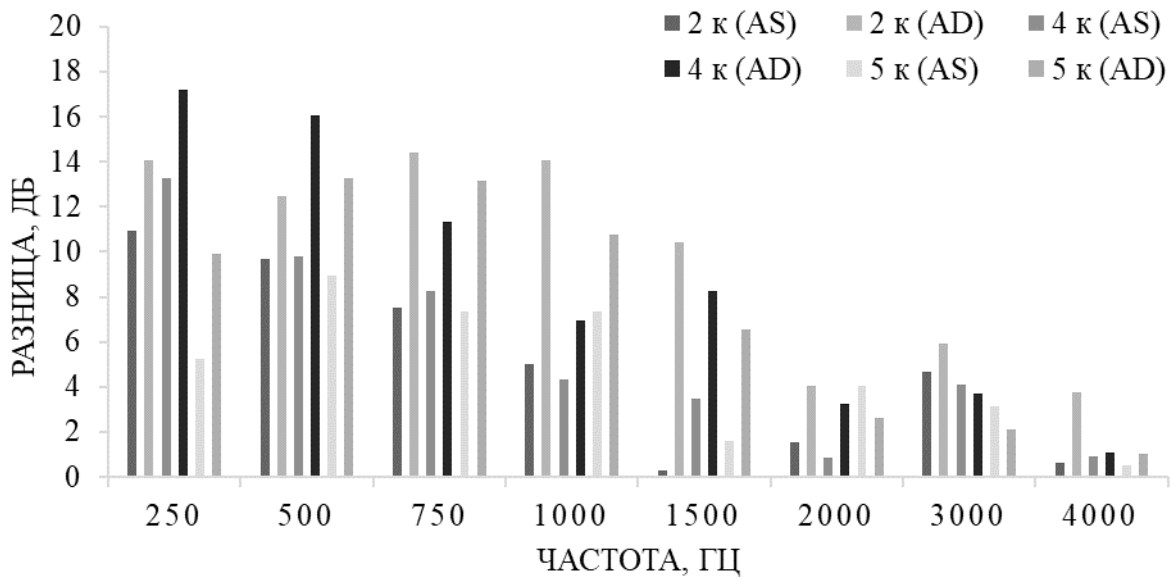


Рис. 1. Разность между значениями порогов слышимости, определенными при воздушном и костном звукопроведении у девушек всех курсов

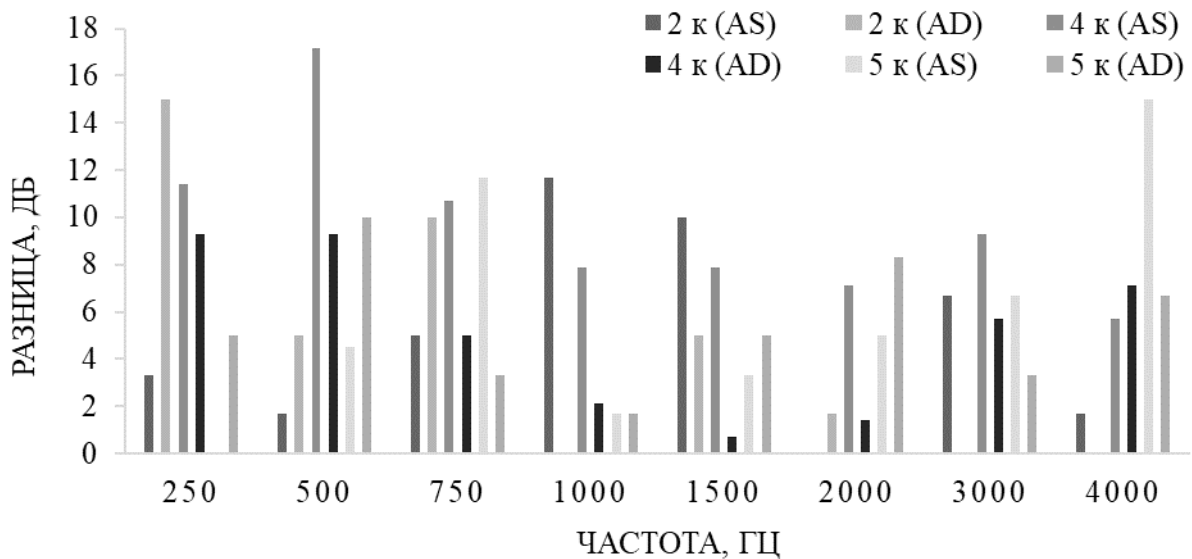


Рис. 2. Разность между значениями порогов слышимости, определенными при воздушном и костном звукопроведении у юношей всех курсов

Для статистической обработки использовалась программа «Excel 2016».

**Результаты исследований и обсуждение**

Из таблицы 1 и 2 следует, что костная проводимость звуков наиболее выражена для обеих ушей у девушек и юношей 2-го курса, практически на всех изучаемых

частотах. Лучше всего студенты слышали на высокой частоте — 3000 герц.

Проанализировав результаты исследований студентов обоего пола четвертого курса, мы пришли к заключению, что наименьшая величина слуховой чувствительности для костной проводимости характерна в полной мере для левого уха у юношей и по большинству частот у девушек.

Студенты четвертого курса имели более острый слух, при проведении звуков через кости черепа, чем девушки.

Девушки и юноши пятого курса отличились более высокой костной проводимостью для правого уха. Кроме того, у девушек, в сопоставлении с юношами звуки, поступающие через кости черепа, воспринимались рецепторами внутреннего уха значительно лучше, чем у юношей.

Мы также произвели сопоставление остроты слуха при костной проводимости для правого и левого уха отдельно у девушек и юношей всех курсов.

Наиболее высокие пороги слуховой чувствительности и соответственно, более низкая острота слуха, были отмечены у девушек второго курса, для средних частот 1000 герц, у юношей — 250, 500, 1000 1500 и 4000 герц.

Хуже всего студентками четвертого курса воспринимались средние частоты — 1000 и 1500 герц. У студентов четвертого курса нарушений слуха мы не обнаружили

Студенты пятого курса показали наихудшие результаты на частотах: 250, 1000, 1500 и 2000 герц (низкая острота слуха), особенно для левого уха. У девушек нарушений мы не обнаружили (табл. 1,2).

Мы также произвели сопоставление остроты слуха при костной проводимости для правого и левого уха отдельно у девушек и юношей всех курсов.

Наиболее высокие пороги слуховой чувствительности и соответственно, более низкая острота слуха, были отмечены у девушек второго курса, для средних частот 1000 герц, у юношей — 250, 500, 1000 1500 и 4000 герц.

Хуже всего студентками четвертого курса воспринимались средние частоты — 1000 и 1500 герц. У студентов четвертого курса нарушений слуха мы не обнаружили

Студенты пятого курса показали наихудшие результаты на частотах: 250, 1000, 1500 и 2000 герц (низкая острота слуха), особенно для левого уха. У девушек нарушений мы не обнаружили (табл. 1,2).

Разность между значениями порогов слышимости, определенными при воздушном и костном звукопроведении, которая отражается на аудиограмме в виде костно-воздушного интервала показала следующие результаты.

Нами было установлено, что у девушек всех трех курсов костно-воздушный интервал был повышен на низ-

ких и средних частотах (250, 500, 750 герц) правого уха (особенно у девушек четвертого курса). У юношей также были установлены вышеизложенные изменения, но у четвертого и пятого курсов они были характерны для левого уха, а у второго курса — для правого. Возможно, в данном случае, имеет место перенесенное воспаление среднего уха (отит), которое привело к нарушению звукопроводящей системы слуха (кондуктивные нарушения) [10].

В нашем случае пока не идет речь о кондуктивной тугоухости, так как разница между значениями порогов слышимости, определенными при воздушном и костном звукопроведении, не превышает 17,2 дБ (рис. 1,2). А из литературных источников нам известно, что в случае патологии среднего уха пороги повышаются на низких частотах на 20–40 дБ [2].

У студентов пятого курса также было отмечено повышение костно-воздушного интервала для левого уха на высокой частоте 4000 герц до 15 дБ.

В данном случае имеют место нейросенсорные нарушения при поражении звуковоспринимающего аппарата. Причиной может быть воздействие постоянного шума на орган слуха. Возможно, эти студенты злоупотребляют громкой музыкой, особенно через наушники плееров, или постоянно «висят» на телефоне [1].

## Заключение

После проведенных исследований по костной проводимости можно сделать заключение, что у девушек второго и пятого курса звуки различной тональности, выраженной в герцах, лучше проводятся через кости черепа. Возможно, это связано с тем, что у девушек более тонкие кости черепа и поэтому звуковой сигнал быстрее доходит до фонорецепторов внутреннего уха.

Лучше всего студенты второго курса слышали на высокой частоте — 3000 герц. Студенты четвертого курса имели более острый слух, при проведении звуков через кости черепа, чем девушки. Студенты пятого курса обоего пола лучше слышали на высоких частотах — 3000 и 4000 герц.

Большинство студентов на низких и средних частотах 250, 1000, 1500 и 2000 герц показали самый высокий порог слышимости (низкая острота слуха), особенно для левого уха. Причиной может быть слишком активное использование мобильных телефонов, которые обычно прикладывают к левому уху. Это создает шумовую нагрузку. Причиной также может быть слишком частое прослушивание музыки через наушники [3, 4, 5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Е.В., Снегирева Л. В. Изучение воздействия мобильных устройств на остроту слуха // Актуальные вопросы модернизации российского образования: Материалы Международного электронного Симпозиума, 11 мая 2015 г. Махачкала, 2015. С. 5–10.
2. Баданов А. В. Влияние учебной нагрузки на умственное и физическое состояние студентов // Вестник Бурятского государственного университета. Улан-Удэ: Бурятский государственный университет, 2011. № 13. С. 12–15.
3. Беленко Н.Ю., Калинина Т. Е. О распределении первичных ответов на звуковое раздражение в коре больших полушарий // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 1973. Т. 15. С. 67–69.
4. Берест А.Ю., Красненко А. С. Влияние Регулярного использования аудиоплееров с наушниками на слуховую функцию лиц молодого возраста // Российская оториноларингология. 2013. № 1 (62). С. 32–35.
5. Богомольский М. Р. Воздействие звуковых сигналов высокой интенсивности на слуховой анализатор // Вестник оториноларингологии. 2006. № 3. С. 31–33.
6. Изергина К. С. Аудиометрическое обследование // Сборник статей XI Международной научно-практической конференции «Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации». 05 февраля 2020 г. Издательство: «Наука и Просвещение». Пенза, 2020. С. 205–207.
7. Каюмова А.В. и др. Физиология сенсорных систем: учебно-методическое пособие. Изд-во ГОУ ВПО «БГМУ Росздрава», 2011. 115 с.
8. Найда С. А. Объективная аудиометрия слуха человека // Электроника та звязок. 2012. № 4 (69). С. 33–37.
9. Таварткиладзе Г.А., Гвелесиани Т. Г. Клиническая аудиология. М.: Святигор Пресс, 2003. 74 с.
10. Терютин Ф.М., Барашков Н. А., Федотова Э. Е. Аудиологический анализ состояния слуха в случайной выборке лиц молодого возраста. Российская оториноларингология. 2012. № 4 (59). С. 101–110.

© Морякина Светлана Васильевна ( s.moriakina@yandex.ru ), Анзоров Ваха Асхадович ( vaha-anzorov@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Чеченский государственный университет

# ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ГЛОБАЛЬНОГО БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ЦИКЛА УГЛЕРОДА

## OPTIMIZATION OF THE GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CARBON CYCLE MODEL

**I. Timofeeva  
M. Kustikova**

*Summary.* The article considers possible anthropogenic carbon sources and migration ways that were not previously included in the global biogeochemical cycle. Complementing the carbon cycle model is important for clarifying the scenarios awaiting the Earth.

*Keywords:* carbon cycle, anthropogenic factor, plastic, plastic cycle.

**Тимофеева Ирина Валерьевна**

Преподаватель, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»  
ivtimofeeva@itmo.ru

**Кустикова Марина Александровна**

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»  
marinakustikova@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены возможные антропогенные источники углерода и пути их миграции ранее не включенные в глобальный биогеохимический цикл. Дополнение модели цикла углерода важно для уточнения сценариев ожидающих Землю.

*Ключевые слова:* круговорот углерода, антропогенный фактор, пластик, круговорот пластика.

## Введение

**В**се органические соединения включают углерод в свой состав, поэтому с уверенностью можно сказать «Жизнь на Земле основана на углероде». Атомы углерода постоянно мигрируют в биосфере, а глобальный биогеохимический цикл углерода является жизнеобеспечивающим.

Основные запасы углерода на Земле представлены диоксидом углерода и находятся в газообразном и в растворенном виде в Мировом океане. Однако при формировании сбалансированной схемы потоков оказывается, что примерно 27% стока углерода из атмосферы остаются неопределенными. При этом замкнутость, например, круговорота углерода по стокам и источникам составила 80–85%. [2] Это означает, что неопределенность сбалансированности глобального цикла углерода составляет 15–20%.

В трудах академика В.И. Вернадского сформулировано представление о человечестве как о глобальной геологической силе. Он полагал, что антропогенное усиление миграции веществ в биосфере является закономерным процессом и находится в полном соответствии с установленными биогеохимическими принципами. [3] В исследованиях А.А. Баренбаума, К.Я. Кондратьева и В.Ф. Крапивина указано на необходимость уточне-

ния биогеохимической модели круговорота углерода в окружающей среде. [1, 2, 6–8]

С середины XX века было произведено более 8,3 миллиарда тонн пластиков, которые разрушаясь превращаются в микро- и наночастицы, что может стать одним из резервуаров углерода на планете. Глобальный биогеохимический цикл углерода является объектом исследования в международных и национальных научных программах и определяется как жизнеобеспечивающий.

В современных сбалансированных моделях цикла углерода учитываются антропогенные выбросы углеродсодержащих веществ, однако остаются без внимания поступления в компоненты окружающей среды пластиков. Реализуемая в рамках глобального углеродного проекта GCP (Global Carbon Project) программа контроля потоков углерода в условиях развития современной цивилизации учитывает антропогенную эмиссию CO<sup>2</sup> и эквивалентов, но пренебрегает углеродом, содержащимся в пластиках, основой производства которых является нефть. [8] Доля стока углерода в имеющихся моделях остается необъяснимой, что в значительной мере снижает доверие к существующим сценариям ожидающих Землю.

Актуализация модели круговорота углерода с учетом пластиковых полимеров позволит повысить точность

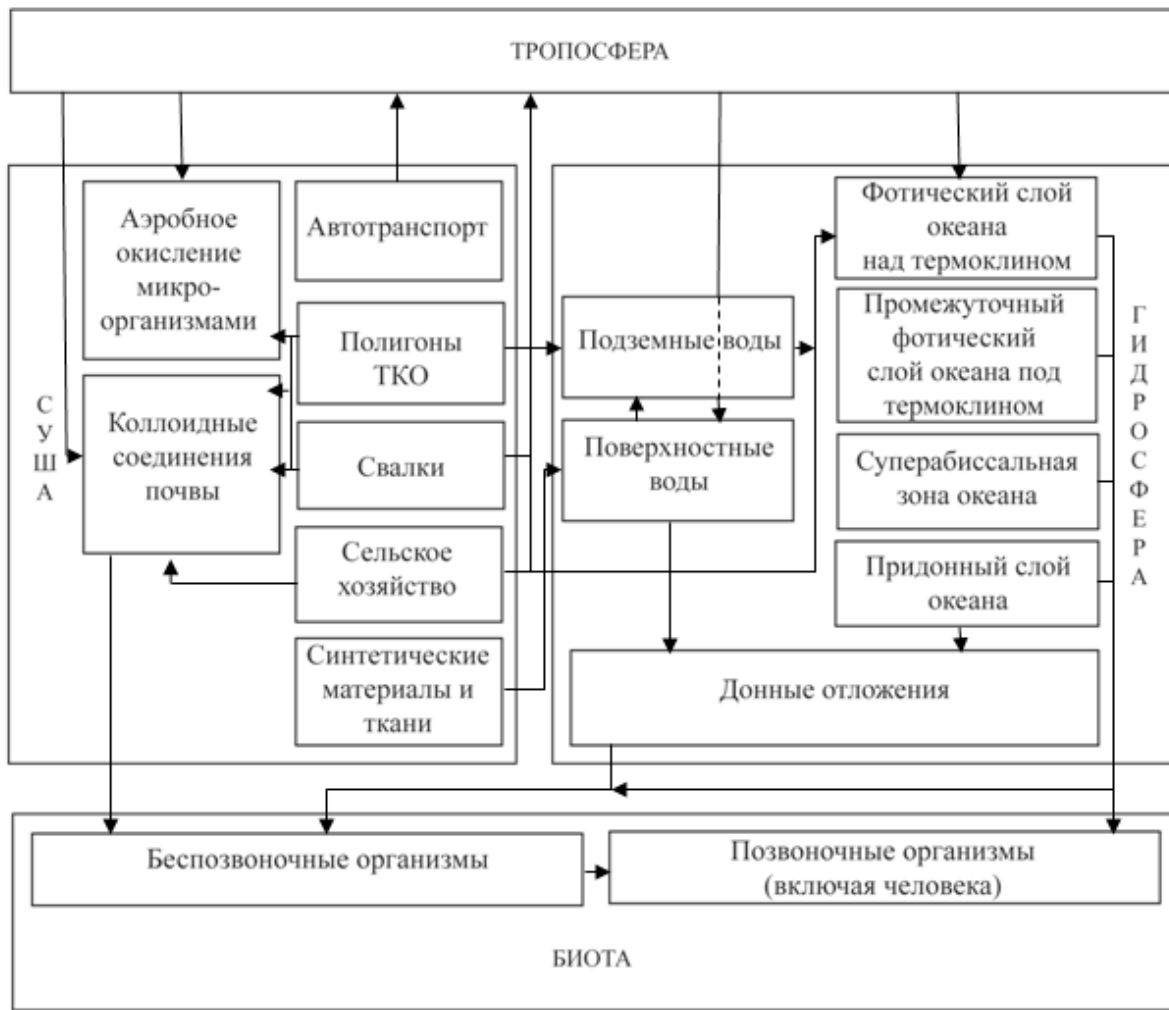


Рис. 1. Глобальный цикл пластиковых углеводов в системе атмосфера-гидросфера-суша-биота.

прогнозов протекания биогеохимических процессов на планете.

Основная часть

Описание антропогенных модификаций всех биогеохимических циклов осуществляется по одной схеме. Первично количественно оцениваются формы антропогенной деятельности, которые способны активировать миграцию соединений ключевого элемента цикла, в данном случае — углерода, а также описываются изменения некоторых резервуаров и стоков. Следующим шагом является построение балансовой схемы, основными связями которой являются входящие и исходящие потоки элемента в модели суша-атмосфера-океан.

Большое внимание в настоящее время уделяется расчетам антропогенной эмиссии CO<sup>2</sup> и эквивалентов. Однако поступление пластиковых частиц в атмосферу,

почву и океан может представлять серьезную проблему для биосферы, а также оказать неблагоприятное воздействие на экономические процессы. [4]

Объемы производства пластика увеличиваются пропорционально добыче нефти и сокращения его производства не предвидится. Из общего количества 8,3 млрд. т, более половины было произведено за последние 10 лет. Основные оценочные данные по влиянию микро- и нанопластиков на компоненты окружающей среды приведены в многочисленных статьях и объединены в отчет группы экспертов GESAMP Международной морской организации (ИМО). [15, 5, 13]

Накопленные данные и количественные характеристики позволяют провести анализ и дополнить базовую модель. Между атмосферой, педосферой и гидросферой происходит постоянный интенсивный обмен углеродом, носящий самоорганизующийся характер. Согласно

принципу Ле Шателье, содержание подвижного углерода в системе стремится к устойчивому соотношению между отношением общего количества подвижного углерода в резервуаре к среднему времени пребывания в системе с константой, характеризующей скорость круговорота углерода. Если условие выполняется, то выход углерода из резервуара системы компенсируется его поступлением из других резервуаров. Если условие не выполняется, то в системе возникают нескомпенсированные перетоки.

Для расчета всех потоков углерода необходимо учитывать пространственные и временные характеристики. Современный уровень знаний позволяет решить задачу лишь частично, но благодаря высокоточным методам идентификации веществ в компонентах окружающей среды, модель может уточняться, тем самым позволяя уменьшить интервал неопределенности в прогностических моделях будущего Земли.

Среди всех факторов, влияющих на перераспределение углерода на планете, наиболее важную роль отводят переносу углерода метеогенными водами и хозяйственной деятельностью человека. Благодаря первому фактору избыточный углерод на континентах поступает с метеогенными водами под земную поверхность. [2]

Образование крупных осадочных бассейнов происходит чаще в разломах земной коры. Наличие разломов, с одной стороны, облегчает проникновение метеогенных вод под поверхность Земли, а с другой — способствует разгрузке этих вод от транспортируемого ими углерода. [1] Данный факт свидетельствует о том, что круговорот углерода нельзя изучать изолированно от круговорота воды.

С учетом высказанных выше предположений, для оптимизации потоков углерода и снижения неопределенности сбалансированности глобального цикла за основу может быть взята общая схема круговорота углерода [4]

### Базовая модель

Схема глобального цикла пластиковых углеводородов в системе атмосфера–гидросфера–суша–биота (рис. 1) отражает обмены углеродом на границах атмосферы с земными покровами, акваториями и биотой.

Потоки пластиковых углеводородов  $C_i$  являются функциями температуры, географических координат и других характеристик окружающей среды.

Основными источниками пластика в окружающей среде являются потребительские товары с коротким сроком службы, синтетические ткани, агрокультурная

мульчирующая пленка, шлам, резиновая крошка от стирания автомобильных шин.

Микрочастицы пластика, поступающие в атмосферу, могут выступать в качестве ядер конденсации. Конденсация на ядрах с радиусами порядка  $10^{-7}$ – $10^{-5}$  м происходит без существенного перенасыщения. Частицы пластика представляют собой устойчивые соединения, которые длительное время могут находиться в составе аэрозолей, переноситься воздушными потоками на дальние расстояния, а также с осадками поступать в почву и водные объекты. Также пластиковые частицы из приземного слоя атмосферы могут подвергаться аэробному окислению микроорганизмами.

В почвах частицы размером  $10^{-9}$ – $10^{-7}$  м включены в коллоидные системы. Коллоидные примеси из атмосферных осадков представляют собой очень мелкие агрегаты, благодаря большой удельной поверхности они обладают значительной поверхностной энергией и высокой адсорбционной емкостью. Микропластиковые частицы способны адсорбировать на своей поверхности многие загрязняющие вещества, таким образом, аккумулируя их. Данный факт негативно сказывается как на росте и развитии растительности, так и на педофауне. [14, 12] Почвообразование без живых организмов, особенно мезофауны, которая выполняет очень важную функцию по измельчению органической массы и её превращению в гумус, не возможна. В случае сокращения численности дождевых червей, например, почва постепенно разрушится, потеряет гумус, снизится урожайность.

Из почвы микропластик поступает в подземные и поверхностные воды. Маргинальные фильтры в зонах смешения речных и морских вод в устьях рек флокулируют и коагулируют значительную часть растворенных (коллоидных) и взвешенных веществ. Кроме седиментации и сорбции происходит биоассимиляция и биофильтрация. Благодаря маргинальному фильтру в этой зоне откладывается до 95% взвешенных и около 40% коллоидных веществ речного стока, включая микропластик. [11] В океанах пластики концентрируются в фотическом слое над термоклинном, постепенно деградируют и, мигрируя через глубокие слои, достигает придонного слоя, накапливаясь в донных отложениях.

Микрочастицы пластика имеют широкий спектр размерных групп и низкую плотность, в результате чего многие активно питающиеся живые организмы воспринимают их как источник пищи, а организмы с пассивным типом питания, например, фильтраторы, вынуждены поглощать пластик из среды. Поскольку пластик не расщепляется их ферментативной системой, само по себе проглатывание пластика представляет угрозу для них и может вызывать летальный исход. Особое опасение

вызывает адсорбционная способность пластиков и поступление с частицами в организм высоких доз загрязнителей. В исследованиях также отмечается высокая вероятность ассимиляции и миграции микропластиков по трофическим цепям, включая человека. [9, 10]

## Выводы

В заключение следует отметить, что замыкание потоков углерода в окружающей среде должно учитывать

потоки обусловленные миграцией частиц пластиков. Их не всегда можно спрогнозировать, но с помощью модельных экспериментов открывается возможность для дальнейших целенаправленных исследований биогеохимического цикла углерода с учетом влияния поступления пластиковых частиц в атмосферу, почву, океан и биоту. Разработка структуры модели, учитывающий дополнительный антропогенный источник углерода, позволит точнее характеризовать потоки углерода между резервуарами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баренбаум, А. А. Механизмы самоорганизации при глобальном геохимическом круговороте вещества на Земле // Синергетика. — М.: МГУ. — 2000. — № 3. — С. 275–295.
2. Бурков Д.В., Крапивин В. Ф., Шалаев В. С. Сбалансированная модель глобального биогеохимического круговорота углерода // Лесной вестник. — 2012. — № 9. — С. 86–94.
3. Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление / А. Л. Яншин. — М.: Наука. — 1991.
4. Дегерменджи, А.Г., Барцев С. И. Глобальные малоразмерные модели динамики и устойчивости биосферы // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. — 2003. — № 7. — С. 32–49.
5. Козловский Н.В., Блиновская Я. Ю. Микропластик — макропроблема Мирового океана // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2015. — № 10–1. — С. 159–162.
6. Кондратьев К.Я., Крапивин В. Ф. Глобальный круговорот углерода и климат // Исследование Земли из космоса. — 2003. — № 1. — С. 3–15.
7. Кондратьев, К. Я. Моделирование глобального круговорота углерода / К. Я. Кондратьев, В. Ф. Крапивин. — М.: Физматлит. — 2004. — 336 с.
8. Крапивин В.Ф., Шалаев В. С., Бурков Д. В. Моделирование глобальных циклов углерода и метана // Лесной вестник. — 2015. — № 1. — С. 170–178.
9. Саванина Я.В., Барский Е. Л., Фомина И. А., Лобакова Е.С Загрязнение водной среды микропластиком: воздействие на биологические объекты, очистка // ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении. — 2019. — № 2. — С. 54–57.
10. Browne M.A., Niven S. J., Galloway T. S., Rowland S. J., Thompson, R. C. Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity // Current Biology. — 2013. — V. 23 (23). — P. 2388–2392.
11. Browne M.A., Crump P., Niven S. J. et al. Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks // Environ. Sci. Technol. — 2011. — V. 45. — P. 9175–9179.
12. Defu He, Yongming Luo, Shibo Lu Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics and ecological risks// TrAC Trends in Analytical Chemistry. — 2018. — V.109. — P. 163–172.
13. Ivar do Sul J. A., Costa M. F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment // Environmental Pollution. — 2014. — V. 185. — P. 352–364.
14. Rilling M. C. Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? // Environ. Sci. Technol. — 2012. — V. 46. — P. 6453–6454.
15. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment. GESAMP (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP. V. 90. 2015. 96 p.

© Тимофеева Ирина Валерьевна ( ivtimofeeva@itmo.ru ), Кустикова Марина Александровна ( marinakustikova@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# МИКОБИОТА МАСАЗЫРСКОГО ОЗЕРА: ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, СПЕЦИФИКАЦИЯ, АНАЛИЗ ОТДЕЛЬНЫХ РОДОВ

## MYCOBIOTA OF MASAZIR LAKE: THE TAXONOMIC STRUCTURE, AND THEIR TERRITORIAL DISTRIBUTION, SPECIFICATION AND ANALYSIS OF DIFFERENT GENERA

*E. Yunusov*

*Summary.* Microscopic fungi, organisms that are widely dispersed in the global ecosystem, are also common in many different stressful environments. Like other creatures in the soil, micromycetes react differently to the salinity stress. Therefore, for the study of frequency of microscopic fungi, 25 species belonging to 11 genera soil samples were isolated from the shore of Lake Masazir of Absheron region in Azerbaijan, which is considered hypersaline territory. During the study, the taxonomic structure of the mycobiota of Masazir Lake and species occurrence and classifications were studied, in addition, the distribution of individual species in the research area and GPS codes of isolated areas were developed in the database and mapped to the ArkGIS10.4.1 program.

*Keywords:* Mycobiota, salinization, micromycetes, species occurrence, dominant species, territorial distribution.

**Юнусов Эльшад Рустам оглы**

*Институт Микробиологии НАН Азербайджана;  
преподаватель, Бакинский Инженерный Университет  
elsadyunuslu@gmail.com*

*Аннотация.* Микроскопические грибы — организмы, которые широко рассеяны в глобальной экосистеме, а также распространены во многих различных стрессовых средах. Как и другие почвенные организмы, микромицеты по-разному реагируют на солевой стресс. С этой целью, для изучения частоты встречаемости микроскопических грибов с образцов почв, взятых с берега озера Масазыр Апшеронского района Азербайджанской Республики, который считается гиперсоленой территорией, было выделено 25 видов грибов, принадлежащих к 11 родам. Виды рода *Aspergillus* были классифицированы как доминирующие, виды рода *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Fusarium*, *Cladosporium* — как часто встречаемые, другие виды классифицированы как редкие и случайные виды. В ходе исследования была изучена таксономическая структура микобиоты озера Масазыр и частота встречаемости видов и классификаций, кроме того, распределение отдельных видов в районе исследований и GPS коды изолированных областей были разработаны в базе данных и нанесены на карту программы ArkGIS10.4.1.

*Ключевые слова:* Микобиота, засоление, микромицеты, частота встречаемости, доминирующий вид, территориальное распределение.

## Введение

**П**очва является динамической средой обитания, обладающая широким биоразнообразием и спецификой генетических моделей. Большинство живых организмов, находящихся в почве, используются как пищевые запасы [1]. Засоление почв является серьезной экологической проблемой. Это проблема заметна и в сельском хозяйстве.

Оценки (планируемый график расходов) комиссии продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН показывают, что 250 миллионов гектаров орошаемых земель, что составляет около 50% от общего количества в мире, испытывают проблемы засоления и эрозии почв и ежегодно 10 миллионов гектаров, ввиду этих проблем, считаются непригодными для использования [2]. Согласно статистическим данным ЮНЕСКО и ФАО, площадь засоленных земель в мире составляет  $9,5 \times 10^7 \text{ км}^2$  [1]. Этот показатель в нашей республике составляет  $1125,8\text{--}1299 \text{ км}^2$ . В орошаемых зонах Миль-Ка-

рабахской, Муган-Сальянской и Ширванской равнине, Самур-Девичинской низменности и на Апшеронском полуострове эти почвы имеют более широкое распространение. Солонцеватость этих почв увеличивается с запада на восток по направлению к Каспийскому морю [3].

Было определено, что 1/3 орошаемых площадей в мире находится в условиях солевого стресса [4]. В Азербайджане 43,8% орошаемых земель (в соответствии с засоленными почвами) подвержены засолению [5].

Засоление и солонцеватость почв зависит от накопления солей в воде. Эти соли содержат ионы калия ( $\text{K}^+$ ), магния ( $\text{Mg}^{+2}$ ), кальция ( $\text{Ca}^{+2}$ ), хлорида ( $\text{Cl}^-$ ), сульфата ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), карбоната ( $\text{CO}_3^{-2}$ ), бикарбоната ( $\text{HCO}_3^-$ ) и натрия ( $\text{Na}^+$ ). Количество  $\text{NaCl}$  в засоленных почвах составляет более 0,5%. Обмен натрия в процентах (MNF) менее 15, в засоленных почвах значение pH близко к 7,0. В засоленных почвах обмен натрия составляет более 15 процентов (обычно pH до 8,5), здесь высокий уровень pH

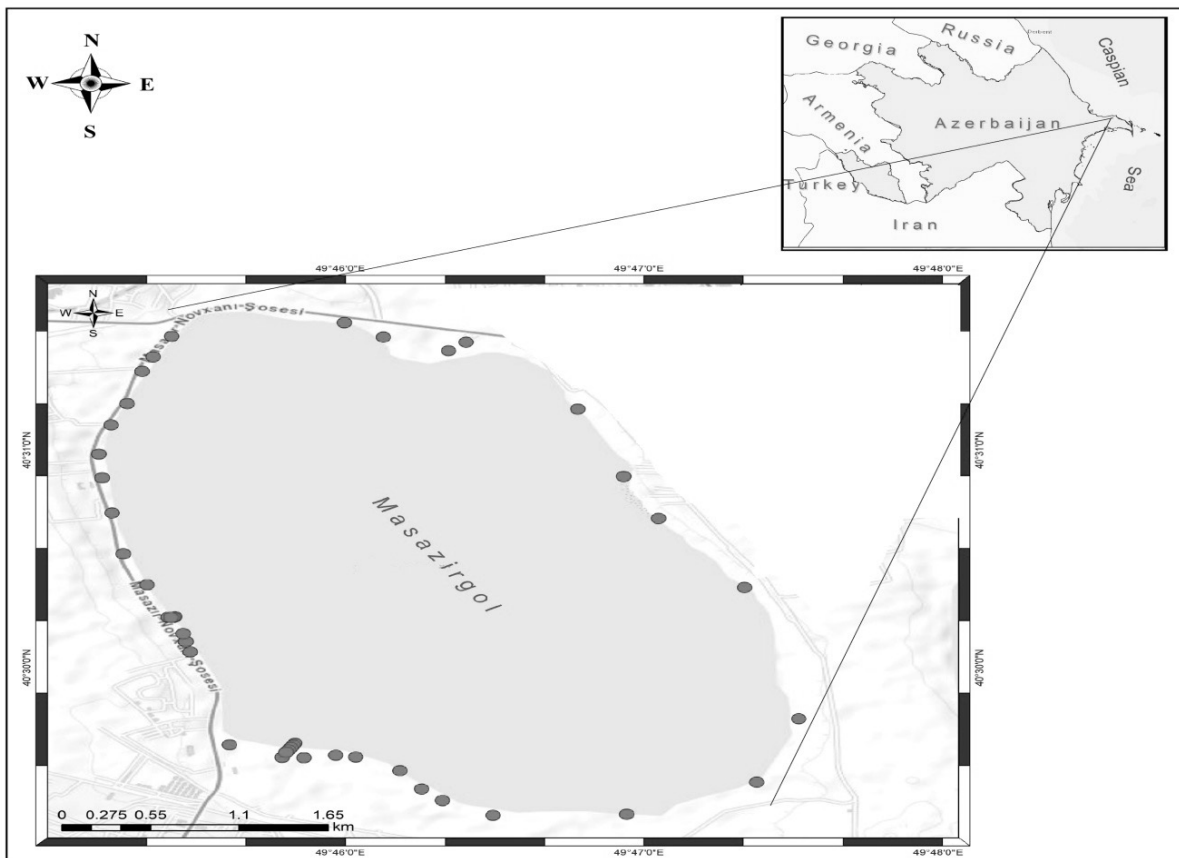


Рис. 1. Места отбора проб в районе озера Масазыр показаны точками.

и высокая электропроводность — 4 мкСМ/см или более 4 мкСМ /см[7].

Солевой стресс, в основном, оценивается как реакция живых организмов на отрицательный осмотический потенциал, которая в значительной степени зависит от количества NaCl.

Как и у других организмов, микромицеты по-разному реагируют на солевой стресс. Отрицательный осмотический потенциал у грибов уменьшает споруляцию и рост гиф, изменяет морфологию [8] и экспрессию генов [9], что приводит к образованию толстостенных спор [10]. Существует мнение, что грибы более восприимчивы к осмотическому стрессу, чем бактерии [11; 12; 13]. Микроскопические грибы являются организмами, которые широко рассеяны в глобальной экосистеме, а также распространены во многих различных стрессовых средах [14]. Наблюдается значительное снижение общего количества грибов в засоленных почвах с различными концентрациями хлорида натрия [1].

Принимая во внимание, что в этой области в Азербайджане не проводилось никаких исследований, изу-

чение микроскопической изменчивости при солевом стрессе представляет особую важность.

Целью данного исследования является выявление таксономической структуры микобиоты и характеристика распределения отдельных видов, участвующих в формировании микобиоты.

### Материалы и методы

В рамках исследования было рассмотрено озеро Масазыр Апшеронского района Азербайджанской Республики. Озеро Масазыр расположено в 18 км к северо-западу от города Баку, в точке с координатами 49°45'15" с.ш. и 49°47'45" с.ш. и между 40°29'21" в.д. и 40°31'40" в.д., между поселениями Новханы, Масазыр и Сарай (4 метра над уровнем моря). Озеро имеет эллипсную форму и состоит из застойной соленой воды. Длина береговой линии составляет 14 км, площадь составляет 10 км<sup>2</sup> [15], а соленость — 33 пром. (> 200 мкСМ /см). Озеро, в основном, питается за счет дождевых и подземных вод. Северный, южный и западный берега озера представляют собой песчаные, галечные и глинистые почвы, а восточное побережье состоит в основном из глины.

Таблица 1. Информация о содержании почвы на обозначенной территории.

Места	Состав почвы	Концентрация солености, мСм / см	Кислотность pH
Северо-восточный берег	Песок, гравий, в основном глина	20.49	8.03
Северо — западный берег	Песок, гравий, глина	14.42	7.87
Юго-восточный берег	Песок, гравий, в основном глина	12.6	8.03
Юго-западный берег	Песок, гравий, глина	14.26	7.83

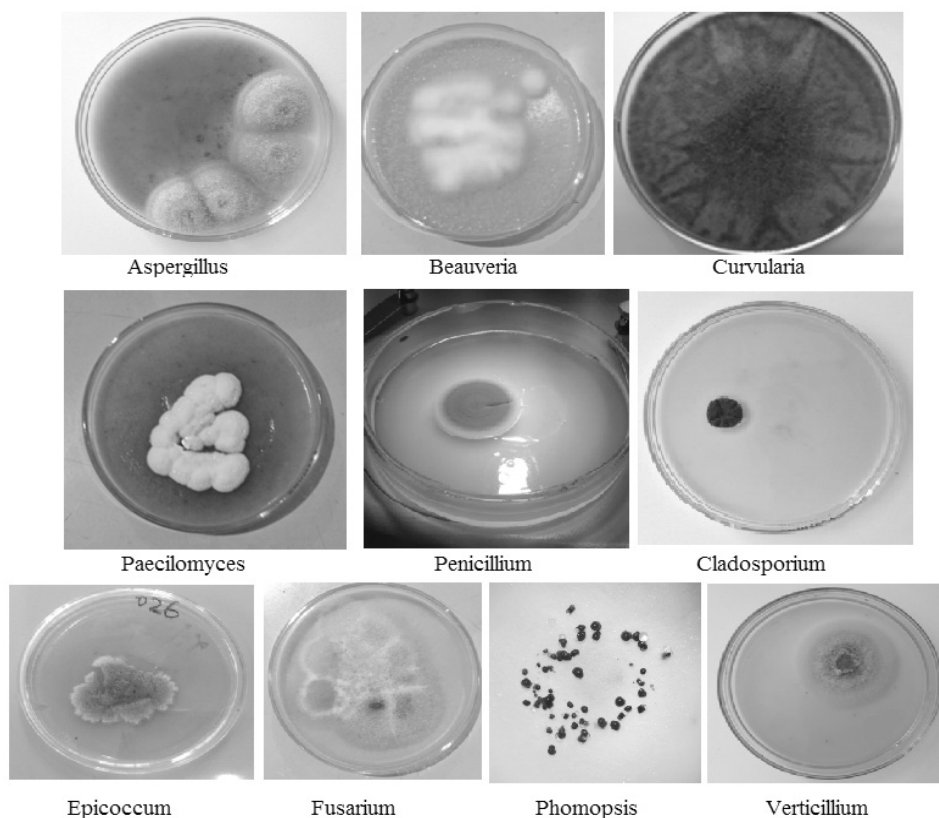


Рис. 2. Микромицеты роды, изолированных с берегов озера Масазыр.

На северо-востоке, северо-западе, юго-востоке и юго-западе озера Масазыр, 2–3 м от озера с промежуточными расстояниями вдоль берега от 100 до 200 м., для отбора проб было пробурено 42 скважин глубиной от 50 до 80 см. Образцы почвы были взяты из вертикальной части обозначенного участка на определенной глубине (поверхность, 10 см., 20 см., 40 см., 60 см., 80 см.) по диагонали (Рис. 1). Были приготовлены суспензии из образцов почвы и определены уровни засоления и электропроводности [7], параллельно была определена кислотность (pH) суспензии.

Для изучения микобиоты известными нам способами, были отобраны образцы из почв [16;17,18.] и инокулированы в сусло-агаре. Далее, были получены чистые культуры готовых колоний и проведена идентификация.

## Результаты и обсуждение

В последние годы, изучение грибов и их местообитаний интенсивно развивается. Физические свойства и состав почвы являются одним из основных факторов, влияющих на развитие живых организмов, а также микромицетов. С этой целью, у выделенных микромицетов был определен физический состав, установлены концентрации солености и кислотности каждого из образцов почв, взятых из 42 различных участков. Концентрация солености на отобранных участках варьирует от 1,08 мСм / см до 61,12 мСм / см. Результаты приведены в таблице 1.

Из 10 родов (*Aspergillus*, *Beauveria*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*,

Таблица 2. Количество и частота случайных микромицетов, обнаруженных в 42 зонах образцов вдоль побережья озера Масазыр.

Род грибов	Северо-восточный берег (14 точек)	Юго-восточный берег (14 точек)	Юго-западный берег (7 точек)	Северо — западный берег (5 точек)	частотность встречаемости в “%”
Aspergillus	6	10	2	4	52.38%
Beauveria	0	0	2	1	7.14%
Cladosporium	4	5	0	2	26.19%
Curvularia	1	3	0	0	9.25%
Epicoccum	0	0	0	2	4.76%
Fusarium	3	3	2	1	21.43%
Paecilomyces	5	5	1	0	26.19%
Penicillium	4	6	2	2	33.33%
Phomopsis	1	1	0	0	4.76%
Verticillium	0	0	0	3	7.14%

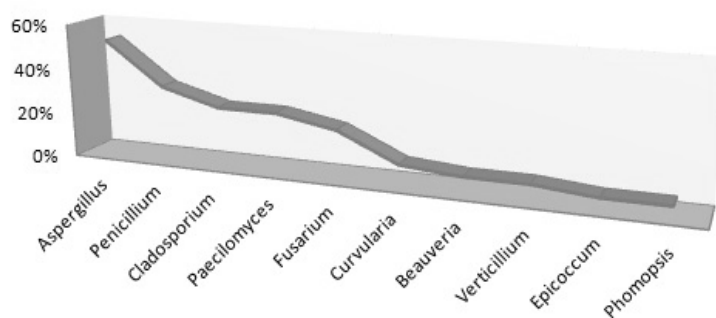
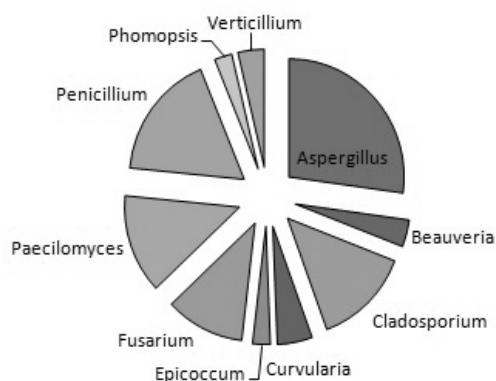


Рис. 3. Родовое преимущество и частота встречаемости микромицетов в зоне исследования.

Phomopsis, Verticillium) согласно известным определителям [19, 20, 21], было изолировано 25 видов различных образцов, взятых в определенных областях (Рис. 2). В предыдущем исследовании, было изучено количество колоний на 1 грамм почвы, разнообразие пигментных фрагментов грибов и проведен статистический анализ влияния солевого стресса на биомассу.

Для дальнейшего исследования, на изолированных областях, были подсчитаны инокулированные образцы штамма и вычислена частота встречаемости. В экосистемах грибы с частотой встречаемости 50% и более характеризуются как доминирующие, от 10 до 40% — как часто встречающиеся, а менее 10% — как редкие и случайные виды [22, 23]. Была установлена частота встречаемости

случайных видов грибов в микобиоте озера Масазыр (таб. 2).

Согласно результатам, можно сделать вывод о том, что количество и разнообразие изолированных грибов в местах сбора классифицируются следующим образом: род *Aspergillus* является доминирующим, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Fusarium*, *Cladosporium* являются более распространенными, а другие роды классифицируются как случайные (рис. 3).

В ходе исследования была определена таксономическая структура микобиоты озера Масазыр, одновременно с этим, частота распределения родов и видов микромицетов, территориальное распределение изоли-

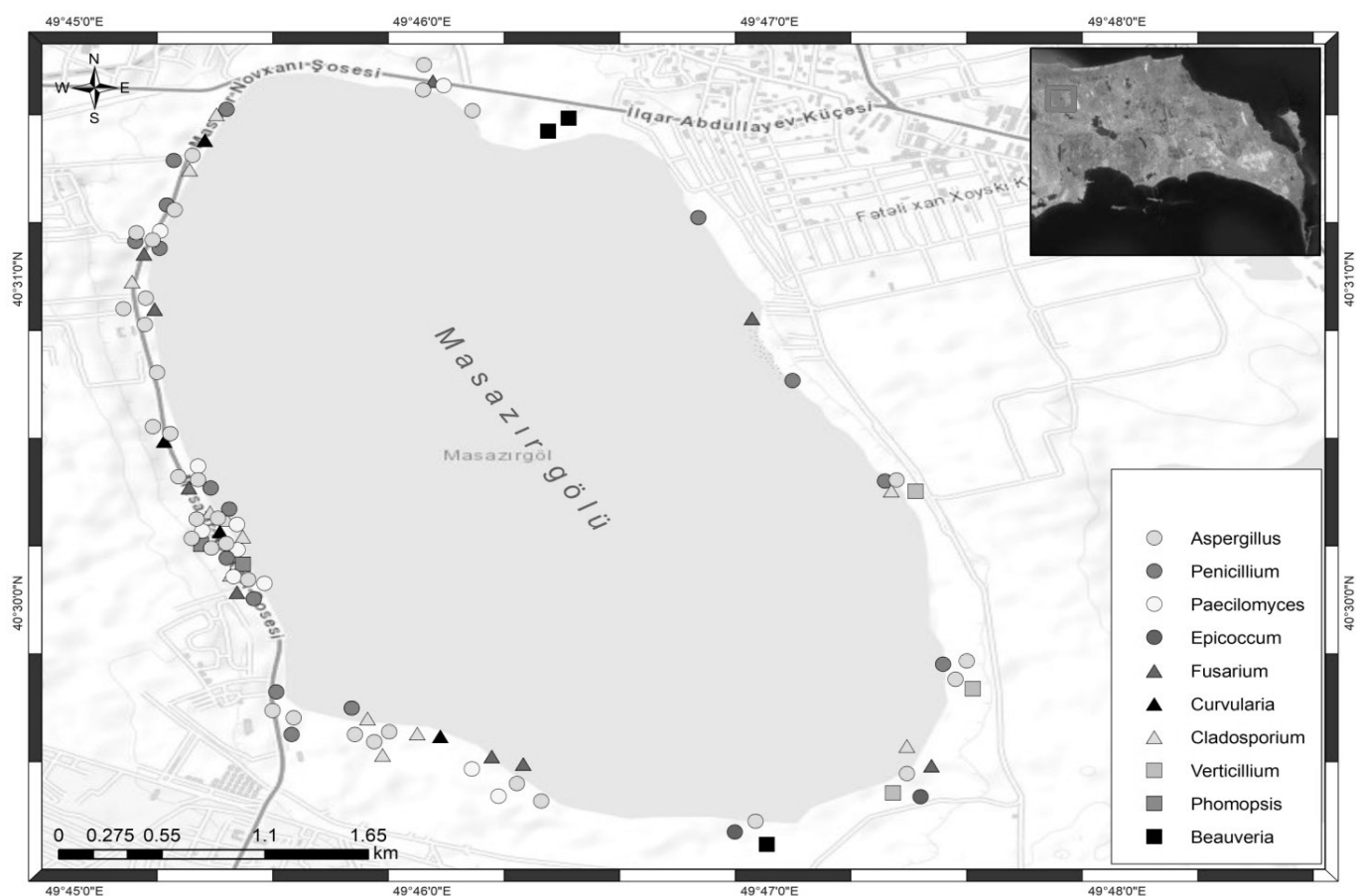


Рис. 4. Распределение по площади родов, составляющих микобиоту озера Масазыр.

рованных видов и GPS местоположения инокулированных областей, а также, была создана база данных и отображена в программе ArkGIS10.4.1 (рис. 4).

Рисунок показывает распределение доминирующих видов, относящихся к роду *Aspergillus*. Одной из основных причин, по которой озеро менее плотно заселено,

чем на восточном побережье, является содержание глины в этом районе.

В заключение можно также сказать, что виды *Aspergillus*, *Penicillium* и *Paecilomyces* играют важную роль в формировании микобиоты озера Масазыр, которое считается гиперсалиновой территорией.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Maria C. Hernandez Soriano. Soil Health and Land Use Management, 2012, p.177–190
2. CODEVASF — Salinizacao do solo. Disponível em [http://www.codevasf.gov.br/programas\\_acoes/irrigacao/salinizacao-do-solo](http://www.codevasf.gov.br/programas_acoes/irrigacao/salinizacao-do-solo) Acesso em 10/03/2011.
3. Мамедов Г. Основы почвоведение и география почв. Баку, 2007, с. 378–383
4. FAO (2004) Food Agriculture Organization <http://www.fao.org>
5. FAO (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations and Lomonosov Moscow State University ISBN978–92–5–130141–8
6. Алиев П.Т., Аббасов М. А., Рагимл В. Р. Стресс и адаптация растений. Баку, 2014, с. 49–57
7. Rayment G.E. and Higginson F. R. (Eds.) 1992. Electrical conductivity, in Australian laboratory handbook of soil and water chemical methods, Inkata Press, Melbourne, pp15–16.
8. Juniper, S., Abbott, L.K. (2006). Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal fungi. Mycorrhiza, Vol. 16, No 5, (July, 2006), pp. 371–379, ISSN: 1432–1890.
9. Liang, Y.; Chen, H.; Tang, M.J. & Shen, S.H. (2007). Proteome analysis of an ectomycorrhizal fungus *Boletus edulis* under salt shock. Mycological Research, Vol. 111, No 8, (August, 2007), pp. 939–946, ISSN: 0953–7562.

10. Mandeel, Q.A. (2006). Biodiversity of the genus *Fusarium* in saline soil habitats. *Journal of Basic Microbiology*, Vol. 46, No 6, (December, 2006), pp. 480–494, ISSN: 0233–111X.
11. Pankhurst, C.E., Yu, S., Hawke, B.G. & Harch, B.D. (2001). Capacity of fatty acid profiles and substrate utilization patterns to describe differences in soil microbial communities associated with increased salinity or alkalinity at three locations in South Australia. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 33, No 3, (March, 2001), pp. 204–217, ISSN: 0178–2762.
12. Richards, L.A. editor. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington, DC: United States Department of Agriculture; 1954. pp. 4–18. Handbook no. 60
13. Sardinha, M.; Muller, T.; Schmeisky, H. & Joergensen, R.G. (2003). Microbial performance in soils along a salinity gradient under acidic conditions. *Applied Soil Ecology*, Vol. 23, No 3, (July, 2003), pp. 237–244, ISSN: 0929–1393.
14. Redecker, D., Kodner, R., Graham, L.E., 2000. Glomalean fungi from the ordovician. *Science* 289, 1920–1921.
15. Гасанов, М., Заманов, Х., Джафаров, Б., Велиев, Н. Реки, озера и водных бассейнов Азербайджана. Баку, 1973, с. 111–112
16. Джафаров, Ж. Б. Практикум микробиологии и вирусологии. Баку, 1988, с. 90–92
17. Методы экспериментальной микологии. Под. ред. В. И. Билай. Киев: Наукова думка. 1982, 500 с.
18. Wichern, J., Wichern, F. & Joergensen, R.G. (2006). Impact of salinity on soil microbial communities and the decomposition of maize in acidic soils. *Geoderma*, Vol. 137, No 1–2, (December, 2006), pp. 100–108, ISSN: 0016–7061.
19. Watanabe, T. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. CRC Press 2010 Third Edition. Taylor and Francis Group, LLC. p 405
20. Kidd, S., Halliday, C., Alexiou, H. and Ellis, D. *Descriptions of Medical Fungi Third edition*. 2016. p 278
21. Luis, M. de la Maza, Pezzlo, M.T., Baron, E. J. *Color Atlas of Diagnostic Microbiology*. 1997. p 223
22. Shearer, C., Descols, E., Kohlmeier, B., Marvanova, L., Padgett, D. *Biodiversity and Conservation*. 2007. 16(1)49–67
23. Hyde, K., Bussaban, B. *Biodiversity and Conservation*. 2007. 16(1)7–35

© Юнусов Эльшад Рустам оглы (elsadyunusu@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Баку

# ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ПЕРЕДАТОЧНОГО ОТНОШЕНИЯ МНОГОЗВЕННЫХ АВТОПОЕЗДОВ ПРИ ПОВОРОТЕ НА 90°

## GRAPHOANALYTIC METHOD FOR DETERMINING THE DEPENDENCE OF THE GEAR RATIO OF MULTI-LINK ROAD TRAINS WHEN TURNING 90°

**A. Amosov  
V. Golikov**

*Summary.* In this paper, the team of authors set a task to identify the methodological basis for determining the dependence of the transmission ratio of two and three-link road trains. This will allow you to simplify calculations in the future, get comprehensive and practical recommendations about the design of the wheel drive and the number of links of the road train.

*Keywords:* road train, multi-link, motor transport, trajectory of movement, wheeled vehicles, trajectory deviation, gear ratio, guidelines, practical recommendations.

**Амосов Алексей Германович**

Ассистент, Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
lamosov@yandex.ru

**Голиков Владислав Андреевич**

Ассистент, Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
fordik08@mail.ru

*Аннотация:* В данной работе коллектив авторов поставил перед собой задачу выявления методической базы для определения зависимости передаточного отношения двух и трехзвенных автопоездов. Это позволит в будущем упростить расчеты, получить комплексные и практические рекомендации по поводу конструкции колесного привода и количества звеньев автопоезда.

*Ключевые слова:* автопоезд, многозвенность, автотранспортировка, траектория движения, колесные машины, отклонение траектории, передаточное отношение, методические указания, практические рекомендации.

### Введение

Среди методик, по которым определяют угол поворота колес прицепного звена автопоезда, на сегодняшний день наиболее распространенными являются системы, осуществляющие практическое управление, зависящее от величины угла складывания [1]. При таком управлении, основная характеристика будет выражаться в придаточном отношении  $i$ , что значит зависимость угла поворота данного колеса полуприцепа относительно угла складывания. Чтобы выбрать величину  $i$ , относящуюся к колесам прицепного звена, следует изучить условия установившегося движения центров данных колес и его звеньев относительно круговой траектории неизменного радиуса. Для большинства случаев радиус поворота  $R$  следует обозначать как 35 м [2–4].

Чтобы найти влияние типа поворота относительно характера изменения траектории полуприцепа был осуществлен расчет траектории звеньев автопоездов из двух и трех звеньев [5] (рисунок 1).

### Образец движения в повороте на 90°

За основу тягача автопоезда из двух и трех звеньев определена м. Основой промежуточной тележки автопоезда из трех звеньев считается м. Базовое значение полуприцепов автопоезда из двух и трех звеньев изменчиво. Для всех схем расчета места сцепки звеньев являются тождественными относительно опорных точек соответствующего звена.

Изучим поворот, равный 90°. Для наглядности можно увидеть траектории точки опоры тягача и полуприцепов с базами на 2 и 3 рисунках. Опоры соответствуют 20 и 25 м автопоезда из трех звеньев, при разных значениях передаточного отношения.

Основываясь на расчетах, проведенных на рисунках 4 (автопоезд из двух звеньев) и 5 (три звена) были сконструированы зависимости изменения траектории полуприцепов относительно модуля передаточного от-

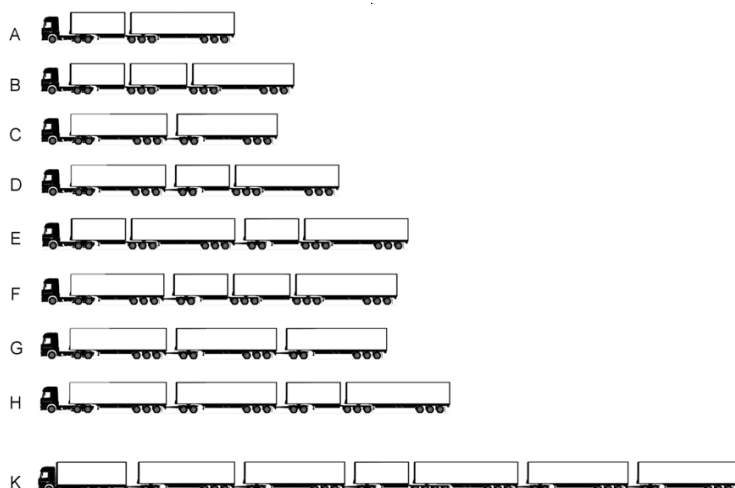


Рис. 1. Многозвенные автопоезда

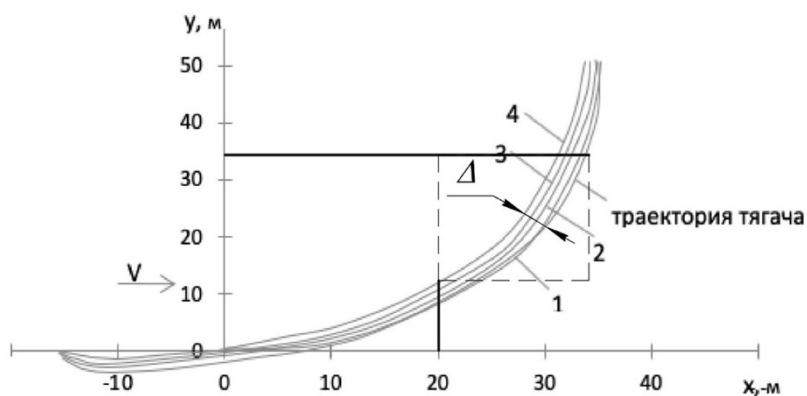


Рис. 2. Траектории тягача и полуприцепа с базой  $L_n=20$  м и трехзвенног (с базой промежуточной тележки  $L_m$ ) при различных значениях передаточного отношения  $i$  при повороте на  $90^\circ$  с радиусом  $R=35$  м

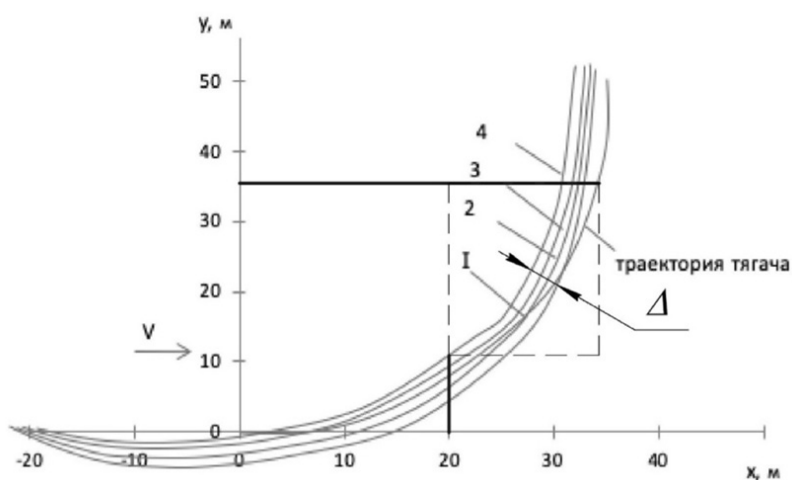


Рис. 3. Траектории тягача и полуприцепа с базой  $L_n=25$  м трехзвенного (с базой промежуточной тележки  $L_m$ ) автопоезда при различных значениях передаточного отношения  $i$  при повороте на  $90^\circ$  с радиусом  $R=35$  м



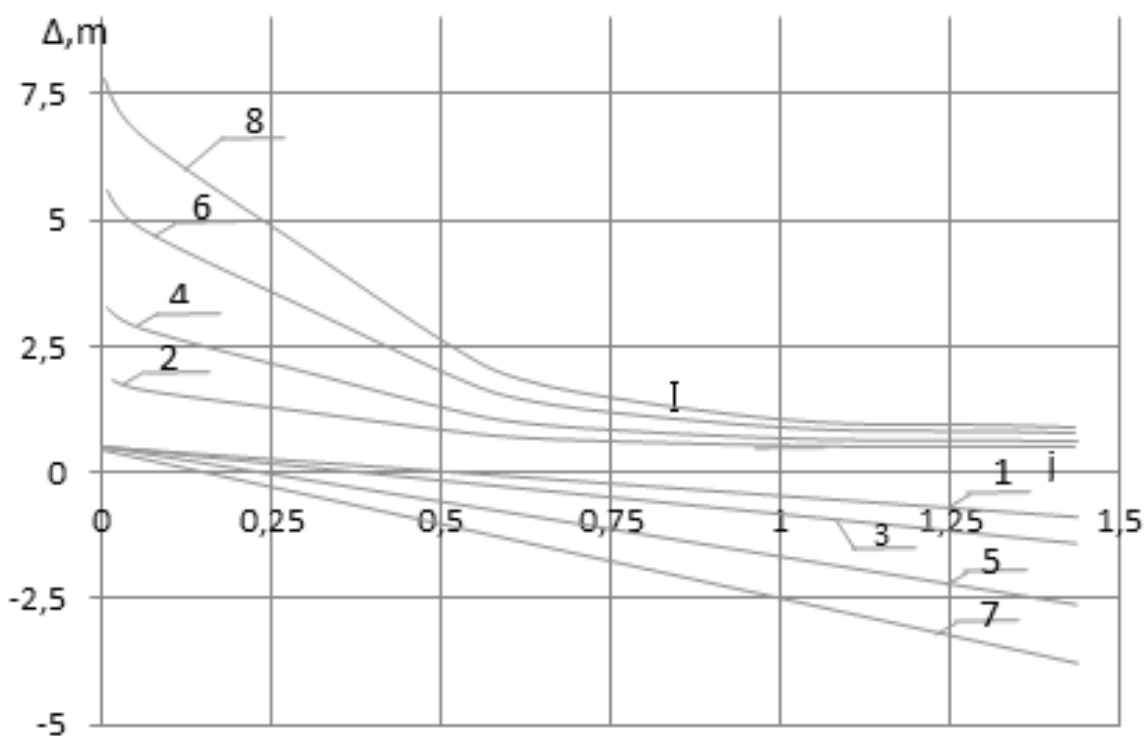


Рис. 4. Смещения траекторий полуприцепа двухзвенного автопоезда от траектории опорной точки при повороте на  $90^\circ$

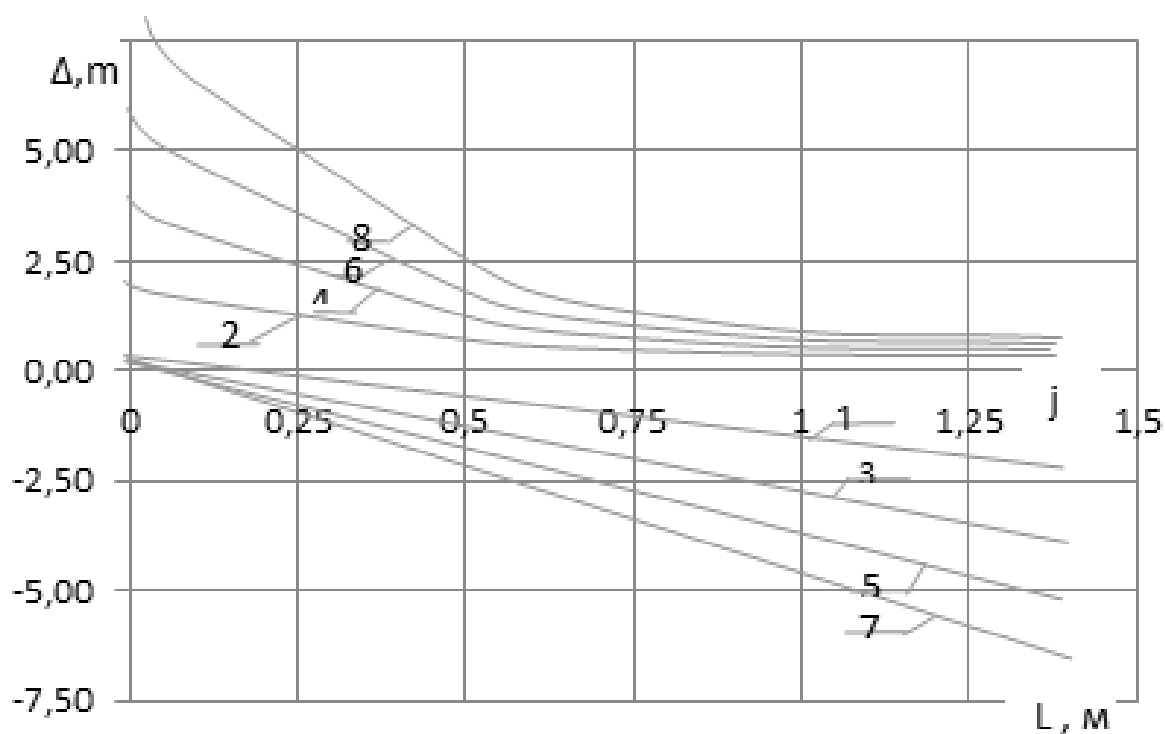


Рис. 5. Смещения траекторий полуприцепа трехзвенного автопоезда от траектории опорной точки в зависимости от передаточного отношения и базы полуприцепа при повороте на  $90^\circ$

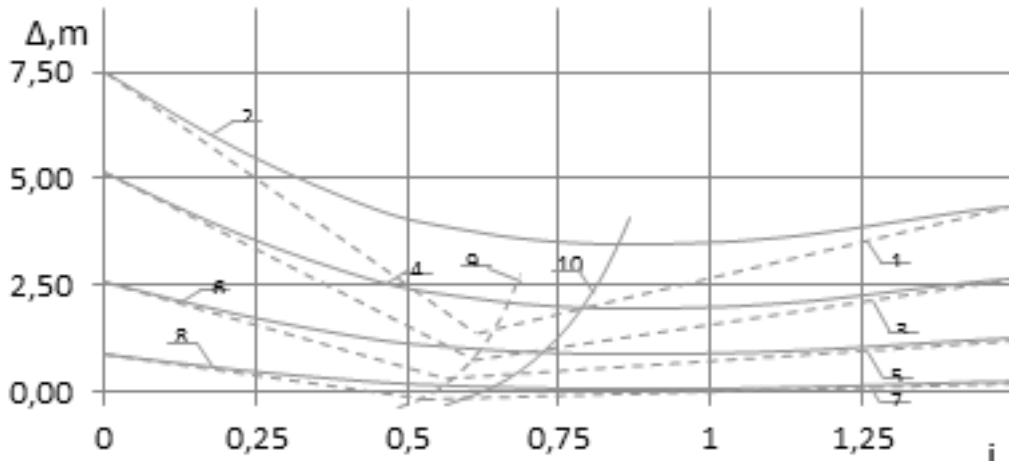


Рис. 6. Максимальные смещения траекторий полуприцепа двухзвенного автопоезда при поворотах на 90° (с радиусом м)

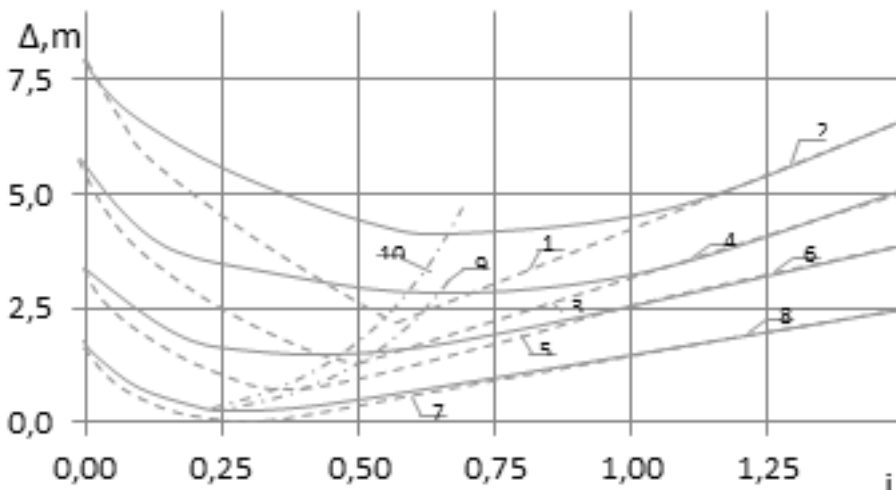


Рис. 7. Максимальные смещения траекторий полуприцепа трехзвенного (с промежуточной тележкой) автопоезда при поворотах на (с радиусом R = 35 м)

ношения  $|i|$  системы, управляющей поворотом колес для разного значения баз полуприцепов  $L_n$ .

Можно заметить факт, зависимости смещения на входе в поворот от размера модуля передаточного отношения, причем эта зависимость линейного характера. Также важно отметить, что чем меньше значение, тем меньшая величина смещения ему соответствует. Это походит как для автопоезда из двух звеньев, так и для трехзвенного.

Как пример можно рассмотреть рост модуля передаточного отношения системы поворота всех колес полуприцепа, который включен в состав автопоезда из трех

звеньев. От 0,5 до 1 смещения, как следствие увеличивается примерно в 2 раза.

Рассматривая полуприцеп, двух и трехзвенный автопоезд, можно заметить, что различие смещений на входе в поворот, равный 90° лишь количественная. У полуприцепа трехзвенного смещение больше, чем тождественного двухзвенного, имея равное значение базы  $L_n$  и модуля передаточного отношения.

Как показано на рисунках 4 и 5, ситуация при выходе из поворота, равного 90° обратна тому, что мы видим при входе. При этом, чем больше становится значение, тем меньше становятся смещения, в соответствии с за-

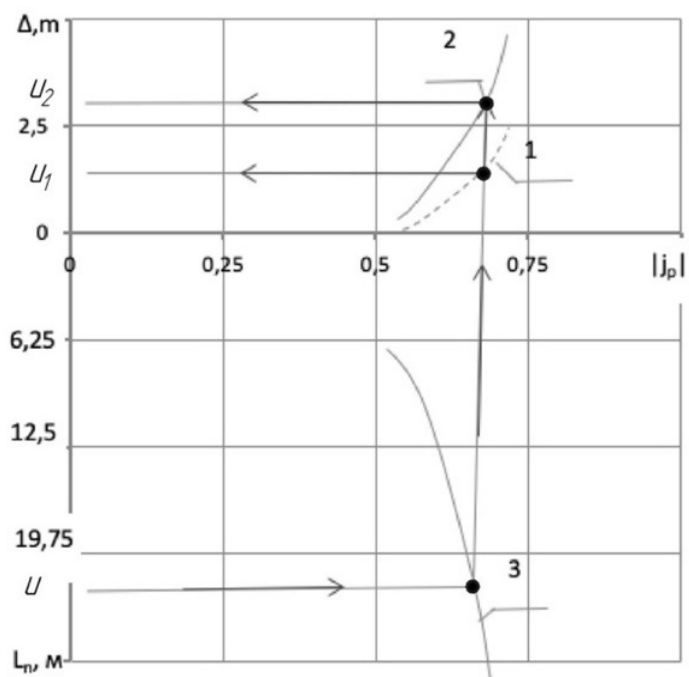


Рис. 8. Номограмма для определения величины передаточного отношения  $i$  двухзвенного автопоезда и смещения траектории при заданном значении базы

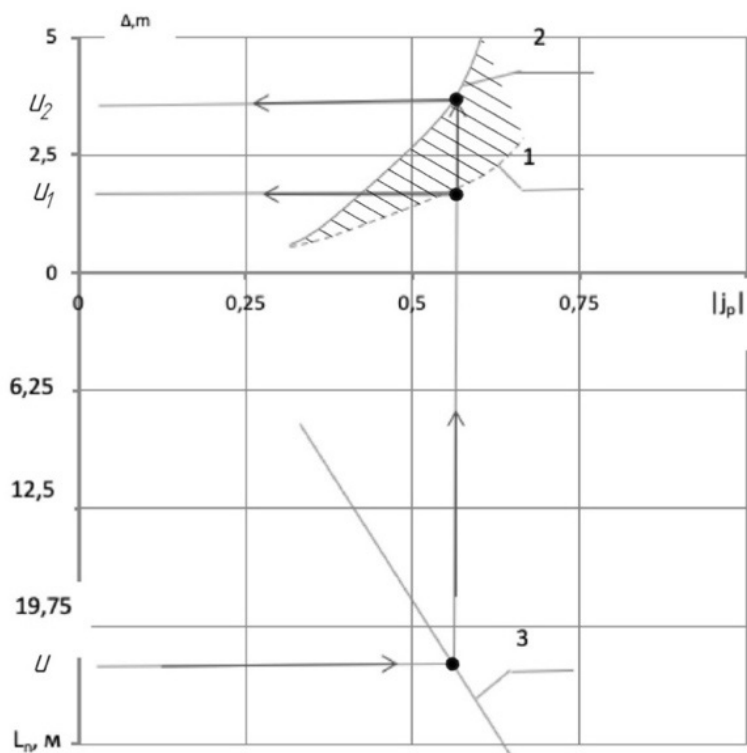


Рис. 9. Номограмма для определения величины передаточного отношения  $i$  полуприцепа трехзвенного (база промежуточной тележки) автопоезда и смещения траектории при заданном значении базы

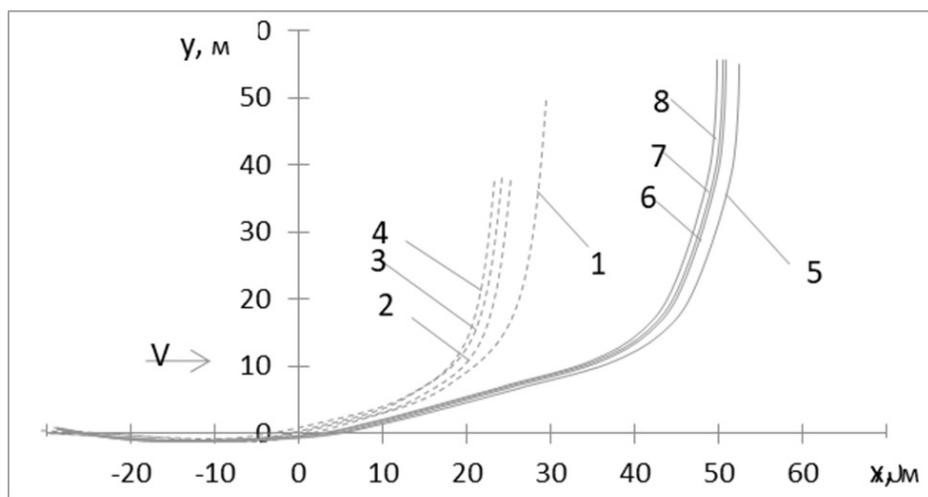


Рис. 10. Траектории тягача и полуприцепа с базой  $L_m=25$  м трехзвенного автопоезда (с базой промежуточной тележки  $L_m$ ) с различными значениями передаточных отношений  $i$  при повороте на  $90^\circ$

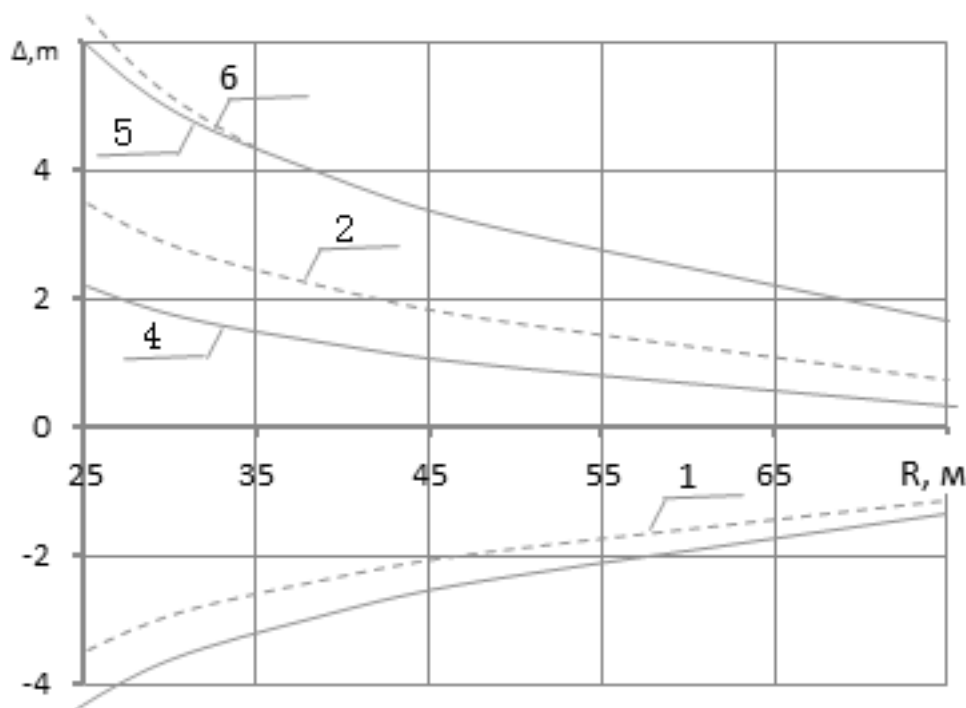


Рис. 11. Смещения траектории полуприцепа (с базой  $L_m$ ) трехзвенного (с базой промежуточной тележки) автопоезда в зависимости от радиуса поворота и передаточного отношения на различных участках поворотов на  $90^\circ$

коном, близком по виду к гиперболическому. При этом, отлично от вхождения в поворот, когда полуприцеп осуществляет «забегание» на внешнюю сторону от траектории тягача, выход из поворота обуславливает смещение внутрь (стремясь к центру), относительно траектории тягача, соответственно.

Максимальная величина смещения на выходе из поворота может наблюдаться, если (колеса, не осуществляющие поворот) полуприцепа. Тождественно со случаем вхождения в поворот, смещение полуприцепа автопоезда из трех звеньев по количеству превышает случаи такого же двухзвенного [6].

Следует отдельно обратить внимание на факт того, что от 0 и до конкретного значения передаточного отношения смещения при выходе из поворота имеют большее значение, чем при входе в поворот.

Имея смещения, можно утверждать, что величина при входе и выходе будет одинакова. Однако, если смещения при входе в поворот превышает величину при выходе.

Рисунки 6 и 7 представляют кривые максимальных значений смещений траекторий полуприцепов и автопоездов из двух и трех звеньев. Данные кривые выстроены по следующей схеме. От 0 до за образец максимальных принимаются смещения при выходе из поворота, а при, используются абсолютные величины при выходе.

## Обсуждение

Основываясь на максимальных значениях кривых при смещении траектории полуприцепов автопоезда из двух звеньев, при повороте равном  $90^\circ$ , была построена номограмма на рисунке 8. Она позволяет определить величину модуля передаточного отношения системы поворота колес полуприцепа и соразмерных смещений траекторий, имея заданное значение при.

Можно заметить, что каждой величине базы полуприцепа соответствуют точки с координатами где дополнительные отношения системы поворота колес полуприцепа позволяют минимизировать величину смещений при повороте, равном  $90^\circ$ .

Тем не менее, необходимо определить определенное передаточное отношение, позволяющее агрегату иметь смещения, даже если большего значения, чем минимальное, но не очень далекое от него. В данном случае оптимальным значением в интервале, обеспечивающее рост величины смещения при осуществлении поворотов на  $90^\circ$ .

Значение, которое было найдено, позволяет обеспечить минимальную ширину полотна дороги, которая требуется автопоезду во время движения по криволинейным отрезкам дороги [8].

Схожая номограмма для трехзвенного изображена на рис. 9.

Аналогичную схему можно наблюдать в отношении трехзвенного автопоезда, разница будет заключаться лишь в значении смещения трехзвенного при повороте на  $90^\circ$ , оно уменьшается на 30–35% (при значении в 60–65% у двухзвенного) [9].

Для всех изучаемых случаев передаточное отношение полуприцепа колебалось в пределах от  $-0,15$  до  $-0,8$ .

На рисунке 11 изображены смещения траектории полуприцепа, соответствующие двум значениям передаточного отношения: — расчетное значение, которое определяется исходя из условия движения по кругу всех звеньев автопоезда, относительно окружности  $R = 35$  м и — это значение определяется, основываясь на номограмме, приведенной на рисунке 13.

На рисунке 10 также изображены смещения траектории тягача, зависящие от величины модуля передаточного отношения  $|i|$  и радиуса на разных отрезках.

Изучая рисунок 11, можно заметить, при вхождении в поворот, равный  $90^\circ$ , а также S-образный поворот, смещения полуприцепа с будут иметь меньшее значение, чем при ориентировочно на 30%. При выходе из поворота, равного  $90^\circ$  можно наблюдать иную картину. Смещения полуприцепа с превышает такие же, но с, примерно на 50–60%. Однако, это не влияет на требуемое расширение полотна дороги, так как уширения обусловлены максимальными величинами смещений. Смещение же полуприцепа с, при входе в поворот на всем отрезке изучаемых величин радиусов превышают по абсолютной величине соответственные при выходе из поворота [10].

## Результат

Полученный результат базируется на изучении финальных данных и представлен в формате блок-схемы. (рис. 12)

Изучение начинается с организации начальных данных. Этот этап характеризуется сбором базовой информации об объекте использования, сюда входит: функции объекта, сфере его использования, топологические характеристики обстановки и так далее.

После этого начинается процесс предварительной оценки возможности использования метода. Во время этого этапа следует обработать найденную информацию и изучить возможность применения выбранного метода. Положительный результат анализа считается, если есть комплекс результатов, который удовлетворяет требования технического задания. В том случае, если использовать метод невозможно, требуется найти другой способ получить результат.

При получении положительного результата, следует перейти к порядку процессов. Рассмотрим более конкретно:



Рис. 12. Блок-схема аналитического метода определения зависимости

Декомпозиция методик перевозки грузов — процесс, который является обязательным для поиска иерархического уровня, к которому применяется метод.

Процесс создания моделей и геометрического вида грузов, позволяющий найти общие обязательные геометрические параметры грузов, не подлежащих разделению.

Создание моделей геометрических параметров траектории и поиск минимальной величины смещения — это позволяет найти свойства инфраструктурных границ района транспортировки и выявить критические отрезки следования.

Процесс создания зависимостей для поиска практических рекомендаций является необходимым, чтобы уста-

новить математические и геометрические связи результатов предшествующих процессов [10].

При выполнении всех действий возможно получение практических рекомендаций по использованию результатов работы.

## Выводы

Рассматривая графическую и аналитическую части метода, можно увидеть, что каждый автопоезд, имеющий определенную базу полуприцепа, имеет такую величину передаточного отношения, при котором обеспечиваются оптимальные смещения траекторий полуприцепа, с учетом поворотов на  $90^\circ$ .

Смещение траектории полуприцепов, имеющих передаточное отношение, выбранные на основе номограмм, при совершении поворота, равно  $90^\circ$  меньше на 60–65% и 30–35% для двухзвенного и трехзвенного, имеющего базу промежуточной тележки, соответственно.

Максимальная величина смещения траектории звеньев с передаточными отношениями системы поворота колес полуприцепа, которая была выбрана, основываясь на номограмме, меньше их, при передаточных отношениях, выбранных из кругового движения, если радиусы.

Рассматривая автопоезд из двух звеньев, выбор размера передаточного отношения  $i$  из условия движения по кругу всех звеньев автопоезда относительно одного центра поворота, эти смещения были бы равны 2,8 м, 3,6 м, соответственно. Исходя из этого, оптимальный выбор передаточного отношения дает возможность снизить уровень смещения при повороте на  $90^\circ$  почти на 60–65%.

Кроме этого, знание того, что имеет меньшее значение, чем, выбираемого из условия движения по кругу, позволяет снизить величину угла поворота управляемых колес. Все это приводит к облегчению конструкции колесного хода и делает производство дешевле.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гинцбург, Л. Л. Устойчивость управляемого движения автомобиля относительно траектории / Л. Л. Гинцбург // Автомобильная промышленность. — 1977. — № 9. — С. 27–31.
2. ГОСТ 33382–2015 Автомобильные дороги общего пользования. Техническая классификация — М.: Стандартинформ, 2016. — Б/С
3. Маланин, В. В. Определение критических скоростей и радиусов поворота автопоезда / В. В. Маланин, В. В. Аюпов // Деп. в НИИИ автопром. — № 1005ап. — 84 деп. — 1984. — 13 с.
4. Пасхин Б. Определение маневренных площадей для автомобильных поездов ЗИЛ-5 / Б. Пасхин // Автомобиль. — 1941. — № 3. — С. 17–20.
5. Беккер, М. Г. Введение в теорию систем местность — машина / М. Г. Беккер; пер. с англ. доктора технических наук В. В. Гуськова — М.: Машиностроение, 1973. — Б/С.
6. Терлецкий, В. Г., Тохтарь Г. И. Исследование устойчивости движения автопоезда повышенной проходимости / В. Г. Терлецкий, Г. И. Тохтарь // Изв. вузов: Машиностроение, 1977. — № 2. — С. 94–97.
7. Liu Q. Vehicle lateral position prediction: A small step towards a comprehensive risk assessment system / Q. Liu, B. Lathrop, and V. Butakov // IEEE 17th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) — 2014.
8. Morrison, G. Sideslip estimation for articulated heavy vehicles at the limits of adhesion / G. Morrison, D. Cebon // Vehicle System Dynamics. — 2016. — DOI:10.1080/00423114.2016.1223326. — W/P.
9. Atev S. Clustering of vehicle trajectories / S. Atev, G. Miller, P. Papanikolopoulos // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems // vol. 11, no. 3–2012.
10. Амосов А. Г. Графоаналитический метод построения траектории движения неделимых грузов: диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук: 05.01.01 / Амосов А. Г. — М.: 2019.

# ВАРИАТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРИЙНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ ЗАДАЧ

## VARIABILITY IN THE USE OF MASS-PRODUCED AUTOMOTIVE PRODUCTS FOR SPECIAL LOAD-LIFTING TASKS

**A. Amosov  
E. Mikhailova**

*Summary.* The solution of the problem of increasing the productivity of auto-evacuators and cranes on the chassis of serial cars largely depends on solving the issues of mastering the production of new types of heavy-duty vehicles, developing and creating advanced technological processes for maintenance and operation.

Compared with a simple truck, vehicles equipped with a manipulator have a number of advantages: higher technical and economic indicators; the ability to vary the load capacity within a wider range; service by one driver of several transport units, and others.

The efficiency of using such units is mainly determined by the combination of their operational properties, which require rational management at the design, production and operation stages.

*Keywords:* unit, special transport, design, layout, creation, load capacity, loading, auto-evacuators, transportation, telescopic boom, crawler.

**Амосов Алексей Германович**

Ассистент, Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
lamosov@yandex.ru

**Михайлова Екатерина Вячеславна**

Ассистент, Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
evmikhailova@inbox.ru

*Аннотация.* Решение задачи повышения производительности автоэвакуаторов и кранов на шасси серийных автомобилей во многом зависит от решения вопросов освоения производства их новых типов большой грузоподъемности, разработки и создания прогрессивных технологических процессов обслуживания и эксплуатации.

По сравнению с простым грузовым автомобилем автомобили оснащенные манипулятором имеют ряд преимуществ: более высокие технико-экономические показатели; возможность варьирования грузоподъемности в более широких пределах; обслуживание одним водителем нескольких транспортных единиц и другие.

Эффективность использования таких агрегатов главным образом определяется совокупностью их эксплуатационных свойств, которые требуют рационального управления на стадиях проектирования, производства и эксплуатации.

*Ключевые слова:* агрегат, специальный транспорт, проектирование, компоновка, создание, грузоподъемность, загрузка, автоэвакуаторы, транспортировка, телескопическая стрела, гусеничный ход.

## Введение

**В** настоящий момент существует множество видов подъемных механизмов загрузочных агрегатов, наибольшее распространение из которых получили конструкции в виде выдвижной телескопической стрелы и в виде совмещенного загрузочного устройства.

Телескопическая стрела имеет множество преимуществ среди подъемных механизмов других конструкций, самым главным из которых является возможность быстро изменять длину стрелы, в том числе и под рабочей нагрузкой. Подъемное оборудование с телескопической стрелой на гидравлических кранах является основным. В качестве грузозахватного органа на телескопических стрелах обычно устанавливают крюковую

подвеску, но могут применяться различные клещевые или специализированные захваты или даже электромагниты. На агрегатах грузоподъемностью до 10т включительно, телескопические стрелы двухсекционные, а на кранах грузоподъемностью свыше 10т — трех- и более секционные.

Целью данной работы является создание и параметризация инвариантной конструкции телескопической стрелы таким образом, чтобы при изменении ее параметров можно было получить стрелу любого вида (рис. 1).

## Методология

Анализ конструкций современных телескопических стрел позволяет формально описать любую из них



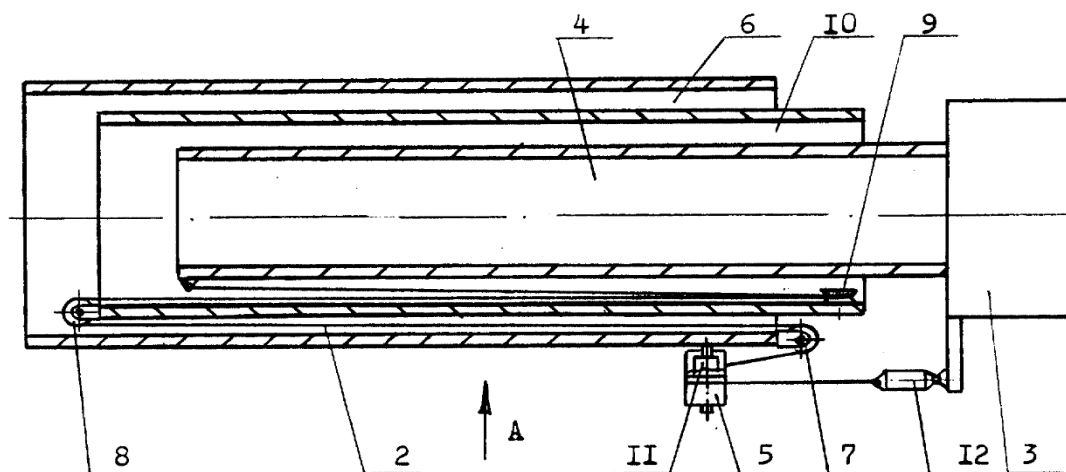


Рис. 1. Схематическое устройство механизма выдвижения секций телескопической стрелы

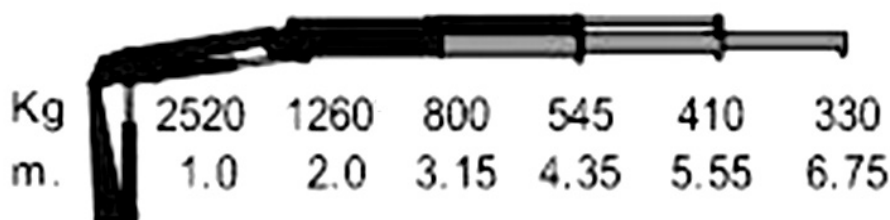


Рис. 2. Соотношение грузоподъемности и вылета стрелы для крана — манипулятора AmcoVeba 103 35

в виде массива данных, варьируя которым можно получить стрелу любого класса:

$$\|A B C H S P Q R M\|, \quad (1)$$

- где А — минимальный вылет;  
 В — максимальный вылет;  
 С — соотношение вылет / грузоподъемность;  
 Н — максимальная высота подъема стрелы;  
 S — максимальный грузовой момент;  
 Р — скорость поднимания/опускания груза;  
 Q — номенклатура грузозахватных средств;  
 R — количество секций подъемного механизма;  
 М — масса подъемного механизма.

Некоторые параметры массива могут быть связаны параметрически между собой, например, максимальный вылет стрелы равен сумме длин всех секций (рис. 2).

На сегодняшний день существует два способа исполнения грузовой платформы загрузочных агрегатов:

- ◆ грузовая платформа совмещена с подъемным механизмом;
- ◆ грузовая платформа выполнена отдельно от подъемного механизма.

Если грузовая платформа не предусмотрена конструкцией, то такой объект, строго говоря, не является загрузочным агрегатом (чаще всего такие машины относятся к категории автомобильных кранов), и в данной работе они не будут рассматриваться.

Другой тип грузовой платформы, которая выполнена отдельно от подъемного механизма, предназначен для перевозки различных габаритных и негабаритных грузов, чаще всего это агрегаты низкой грузоподъемности. В основном они выполняются на шасси серийных грузовых автомобилей категории В или С, при этом платформа располагается позади кабины и обычно выполнена плоской. В ряде случаев она может иметь откидные борты и средства закрепления грузов.

В ряде случаев платформа может быть наклонной и иметь специальные откидные направляющие для заезда автотранспорта (автоэвакуаторы и перевозчики автомобилей) (рис. 3).

Математически плоскую грузовую платформу можно записать в виде следующего массива данных:

$$\|C; D; H; S; V, m\|, \quad (2)$$



Рис. 3. Работа автоманипулятора



Рис. 4. Пример исполнения автомобиля на гусеничном ходу и колесном.

где  $C$  — ширина платформы;  
 $D$  — длина платформы;  
 $H$  — высота платформы;  
 $S$  — площадь платформы;  
 $V$  — максимальный объем, занимаемый грузом.  
 $m$  — максимальная масса груза.

В настоящий момент существует множество вариантов исполнения грузовой платформы, но при проектировании наблюдается тенденция в ограничении их типов, с целью унификации. Основные различия касаются геометрических размеров платформы и максимальной массы перевозимого груза, в зависимости от класса применяемого шасси.

На сегодняшний день для наземного транспорта существует два типа шасси — на колесном и гусеничном ходу, причем наибольшее распространение получили колесные машины. Это в первую очередь объясняется желанием разработчиков создавать как можно более универсальные машины, как в плане грузоподъемности,

так и проходимости. Считается, что гусеничные машины имеют более высокую проходимость и меньшее давление на грунт, однако, за счет увеличения осей в колесных машинах и ширины профиля самих колес можно добиться практически таких же показателей проходимости, как у гусеничных машин, а в ряде случаев даже превзойти их [1]. При этом гусеничные машины имеют ограничения по движению по дорогам общего пользования, а колесные — нет. (рис. 4)

Поэтому в данной работе будут рассмотрены только колесные агрегаты широкой номенклатуры.

Для агрегатов низкой грузоподъемности (до 3 тонн) вполне годятся двухосные шасси обычной или повышенной проходимости на базе серийно выпускающихся грузовых автомобилей категории В или С. К ним относятся, в частности, машины Российского производства «Газель Некст» (ГАЗ-3302) с удлиненной платформой, и установленным краном — манипулятором малой грузоподъемности.

Агрегаты средней грузоподъемности, как правило, создаются на базе грузовых автомобилей категории С, и имеют грузовые платформы большей размерности.

Агрегаты высокой грузоподъемности с грузовой платформой второго типа практически не встречаются, поскольку при таких габаритах и массе груза совместное использование подъемного механизма и грузовой платформы уже нецелесообразно. Что касается платформ первого типа, совмещенных с погрузочным оборудованием, то они были описаны

Математически тип шасси можно записать в виде массива данных:

$$\|A; B; m; S; P\|, \quad (3)$$

где А — тип шасси (автомобиль, полуприцеп и т.д.);  
 В — категория транспортного средства;  
 m — максимальная масса перевозимого груза и оборудования;  
 S — габаритные размеры (площадь) места под грузовую платформу и оборудование;  
 P — мощность силовой установки.

К служебному и дополнительному оборудованию, рассматриваемому в данной работе относятся:

- ◆ вспомогательные силовые установки, электрогенераторы, масляные насосы и т.д., предназначенные для обеспечения работы транспортно — загрузочного оборудования;
- ◆ средства закрепления и фиксации перевозимого груза;
- ◆ средства закрепления и фиксации погрузочного оборудования в транспортном положении;
- ◆ запасные части, расходные материалы, инструмент;
- ◆ бытовое оборудование и принадлежности.

В процессе компоновки служебного оборудования проектировщик старается максимально унифицировать его, уменьшить количество используемых типоразмеров. При различных компоновочных схемах транспортно — загрузочных агрегатов это приведёт к снижению временных и материальных затрат на перекомпоновку.

После определения основных типоразмеров служебного и вспомогательного оборудования проектировщик заказывает их у специализирующихся на их изготовлении фирмах либо разрабатывает сам.

## Обсуждения

Таким образом, при проектировании машин такого типа почти всегда ставится задача создания высокопро-

ходимого и маневренного транспортно — погрузочного средства относительно небольшой грузоподъемности, способного решать самый различный круг задач. К сожалению, машины такого типа практически не выпускаются, а попытки приспособить существующую технику (грузовые автомобили небольшой грузоподъемности) для эксплуатации в таких условиях не позволяют решать поставленных задач в полной мере.

При этом многообразие схем и вариантов компоновочных решений не позволяет исследовать всю область реализуемых вариантов построения транспортно — загрузочных агрегатов без привлечения современных компьютерных технологий. В известных на сегодняшний день публикациях и исследованиях вопросы автоматизированного проектирования обычно рассматриваются на уровне концепций построения отдельных и сильно обобщенных компоновочных схем, или в них описываются только лишь конечные результаты применения программных продуктов для решения отдельных частных задач (например, телескопической стрелы, колесного хода, систем поворота стрелы, силовой установки и т.д.). Стоит также отметить, что большинство распространенных систем автоматизированного проектирования ориентированы на решение указанного класса задач с помощью использования существенно ограниченного набора средств современных интегрированных CAD/CAM/CAE систем.

При этом работами в области автоматизированного проектирования транспортно — загрузочных агрегатов занимались как в нашей стране, так и за рубежом, о чем имеется достаточно много публикаций разного уровня.

Проектирование таких объектов обычно начинается с изучения технических характеристик и конструкций уже имеющихся в эксплуатации образцов. Эта информация часто оказывается неполной и ее приходится собирать в различных источниках (журналы, презентации, каталоги производителей и т.д.).

Так, в статье [2] рассматривается работа фронтальных погрузчиков в различных условиях эксплуатации. При проектировании таких машин важно определить конечные геометрические размеры. Они должны быть связаны со всеми определяющими параметрами. В качестве главного определяющего параметра рассматривается грузоподъемность. Зависимости других определяющих параметров формируются с помощью теории подобия. Оптимизация конструкции проектируемого изделия достигается за счет анализа этих зависимостей и использования полученных результатов на стадии технического предложения и эскизного проекта.

В монографии [3] рассмотрены возможности и ограничения повышения эффективности универсальных малогабаритных погрузчиков с бортовым поворотом пу-

тем совершенствования конструктивной схемы и оптимизации параметров подсистем привода. Представлен новый метод обоснования определяющих параметров, принимаемых к оптимизации, базирующийся на априорной и апостериорной информации. Даны критерии оценки эффективности и комплексной оптимизации параметров машин на ранних стадиях проектирования. На основе физико-математического моделирования и статистического анализа значений конструктивных и эксплуатационных параметров машин показаны перспективы дальнейшего развития конструкций и технологических схем работы данного класса машин со сменными рабочими органами. Приведена методика и результаты экспериментальных исследований параметров динамического нагружения машины.

В статье [4] приведен анализ конструктивных схем фронтального погрузчика с точки зрения их статической устойчивости. Выявлено влияние ориентации и места положения горизонтального шарнира (балансира) на значение критической опрокидывающей нагрузки, на распределение нормальных реакций между колесами и характер опрокидывания. Предложена математическая модель оценки конструктивной схемы машины с шарнирно-сочлененной рамой.

Имеются и другие публикации по данной тематике.

## ВЫВОДЫ

Представленное рассмотрение показывает, что использование таких машин и агрегатов является широкой областью, в изучении которой необходимо приложить многих разделов современного естествознания и техники. Не вызывает сомнений, что будет продолжаться как рост исследований в этой области, так и увеличение объемов практических применений объектов такого типа.

При этом анализ приведенных работ свидетельствует о достаточно ограниченном числе работ в области исследования и проектирования транспортных машин всего спектра грузоподъемности. При этом и имеющиеся исследования не лишены определенных недоработок, несмотря на большое количество публикаций по частным вопросам и попыткам построения обобщенных методов автоматизированного проектирования таких объектов.

Заканчивая обзор некоторых достижений в создании объектов такого типа, следует отметить, прежде всего, актуальность и необходимость проведения дальнейших изысканий в данном направлении, о чем свидетельствует значительный интерес, проявляемый исследователями к этому вопросу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров В.С. О проходимости лесозаготовительных машин на гусеничном ходу и агрегатных машин на их базе // Клубничкин В. Е., Клубничкин Е. Е., Зезюлин Д. В., Беляков В. В. // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. — 2016. — № 4 (115). — С. 169–175
2. Щемелев А. М. Определение производительности одноковшовых фронтальных погрузчиков // Науменко А. Е., Бужинский А. Д., Шибeko А. С. //
3. Вестник Белорусско-Российского университета. — 2008. — № 4 (21). — С. 55–61.
4. Минин В. В. Моделирование эксплуатационных параметров малогабаритных погрузчиков // Известия Томского политехнического университета. — 2010. — Т. — № 2. — С. 20–23.
5. Позин Б. М. Влияние конструктивной схемы фронтального погрузчика на эффективность работы // Трояновская И. П., Вершинский Л. В., Переплётчик О. А. // Строительные и дорожные машины. — 2008. — № 5. — С. 31–32.
6. Кран-манипуляторы КАМАЗ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fost-motors.ru/brand/kamaz/avtomobili-kamaz-s-km>
7. Протасов С. Выбираем манипулятор // «Основные Средства». — 2011. — No 4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.os1.ru/article/pto>
8. Великолукский машиностроительный завод. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.velmash.com/>
9. Janarthanan, B. Longitudinal dynamics of a tracked vehicle: Simulation and experiment / B. Janarthanan, C. Padmanabhan, C. Sujatha // Journal of Terramechanics. — 2012. — No 49. — P. 63–72.
10. Wong, J. Y. Development of high-mobility tracked vehicles for over snow operations. Journal of Terramechanics. — 2009. — No 46(4). — P. 141–155.
11. Макаров, В. С. Снег как полотно пути для транспортных средств / В. С. Макаров, Д. В. Зезюлин, В. В. Беляков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2014. — No 4. — С. 21–24

© Амосов Алексей Германович (amosov@yandex.ru), Михайлова Екатерина Вячеславна (emikhailova@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ЦИФРОВОЙ ИДЕНТИФИКАТОР ВЕБ-ОБОЗРЕВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВРЕМЕНИ ИСПОЛНЕНИЯ JAVASCRIPT КОДА

## DIGITAL WEB BROWSER IDENTIFIER BASED ON JAVASCRIPT CODE PERFORMANCE TIME ANALYSIS

**V. Bessoltsev  
R. Gilmullin**

*Summary.* The digital identifier of a web browser as a means of identifying an Internet user.

*Keywords:* authentication, web browser, JavaScript, google v8 web engine.

**Бессольцев Виталий Евгеньевич**

*К.т.н., преподаватель, Военно-космическая академия  
имени А. Ф. Можайского (г. Санкт-Петербург)  
v.bessoltsev@gmail.com*

**Гильмуллин Рустам Менауирович**

*Старший инженер, Военно-космическая академия  
имени А. Ф. Можайского (г. Санкт-Петербург)  
grustam@bk.ru*

*Аннотация.* Цифровой идентификатор веб-обозревателя как средство идентификации пользователя сети интернет.

*Ключевые слова:* идентификация, веб-обозреватель, JavaScript, веб-движок google v8.

## Введение

Современный мир, его глобальная экономика, социальные взаимодействия, научные исследования немислимы без использования сети интернет. Для осуществления этих и многих других видов деятельности пользователи сети интернет как правило используют специальное программное обеспечение, такое как веб-обозреватель. Последние десять лет показали, что наряду с легитимной деятельностью в интернете активно стали появляться ресурсы пропагандирующие, продвигающие противоправные действия, такие как размещение информации экстремистского характера, информации порнографического характера, размещение персональных данных граждан Российской Федерации, клевета, торговля оружием и наркотическими веществами и многое другое.

Государство гарантирует гражданам защиту от указанных выше противоправных действий и принимает меры по ограничению доступа к незаконно распространяемой информации в целях защиты основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав, обеспечения обороноспособности страны, безопасности государства. В связи с тем, что большинство интернет ресурсов, занимающихся противоправной деятельностью, размещены на серверах за пределами Российской Федерации, то в целях защиты граждан применяется блокирование доступа к указанным ресурсам (рис. 1).

Тем не менее многие пользователи (потенциальные нарушители действующего законодательства Российской Федерации) ищут пути обхода блокировок. На данный момент существуют следующие методы:

1. Использование анонимных сетей, имеющих выход за пределы Российской Федерации, таких как Tor, VPN, P2P и т.д.;
2. Использование специализированных расширений для веб-обозревателей, шифрующих и перенаправляющих трафик через каскады прокси серверов, находящихся за пределами Российской Федерации;
3. Обход блокировки провайдера посредством смены DNS сервера;
4. Использование сайтов посредников (анонимайзеров).

Использование всех вышеперечисленных методов позволяет успешно обходить блокировки, выставленные Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), что несет угрозы обществу, описанные выше.

## Методы деанонимизации пользователей сети интернет

Идентификация пользователей сети интернет является важной государственной задачей, для этого применя-



Таблица 1. Пример JavaScript функций

№ п/п	JavaScript функция	Описание	Противодействие
1	<code>console.log(navigator.language);</code>	Определение версии языка операционной системы	Активно применяется
2	<code>x = new Date(); console.log(x.getTimezoneOffset() / 60);</code>	Определение установленного часового пояса	Активно применяется
3	<code>console.log(screen.width); console.log(screen.height);</code>	Определение разрешения экрана	Активно применяется
4	<code>console.log(screen.colorDepth);</code>	Определение глубины цвета экрана	Активно применяется

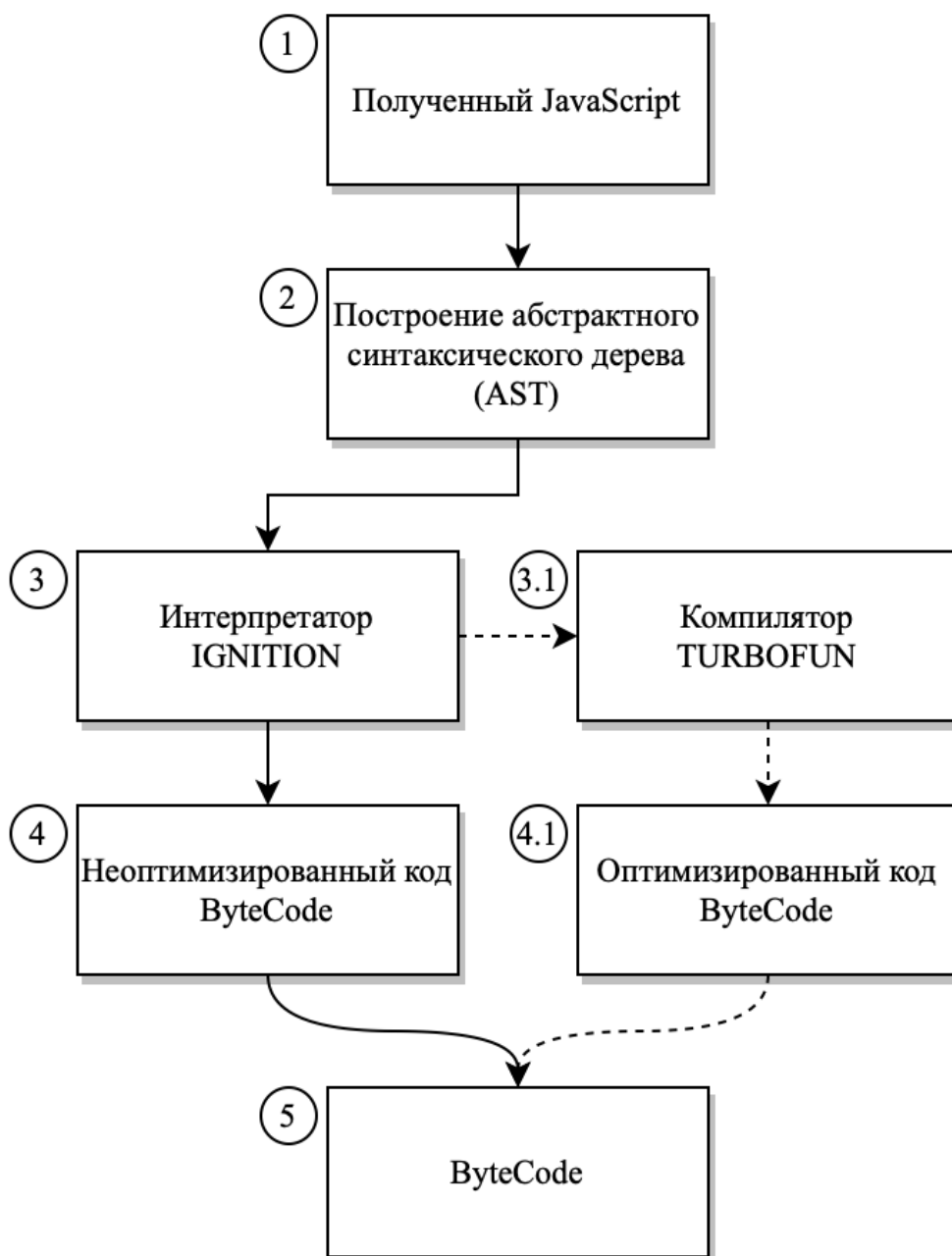


Рис. 3. Схема работы JavaScript движка Google V8

Таблица 2. Код для тестирования времени исполнения

1	for (var x = 0; x < countIteration; ++x) {
2	var start = new Date().getTime();
3	var someArray = new Array();
4	for (var i = 0; i < 1500; ++i) {
5	var el = document.createElement("div");
6	el.id = "testDiv";
7	el.style = "width: 100px; height: 100px; background-color: red;";
8	el.innerHTML = x;
9	document.body.appendChild(el);
10	document.body.removeChild(el);
11	}
12	var end = new Date().getTime();
13	var time = end — start;
14	if (typeof (arr[x + 1])!= "undefined") {
15	arr[x + 1].push(time);
16	}
17	else {
18	arr[x + 1] = [x, time];
19	}
20	}

ется множество технических решений, такие как: глубокое инспектирование пакетов (Deep Packet Inspection), создание цифровых идентификаторов (ЦИ) (пользователя, вею-обозревателя) и т.д.

Вследствие того, что для посещения (с целью получения информации различного характера) ресурсов сети интернет, пользователи используют веб-обозреватели, то особое внимание необходимо уделить составлению цифрового идентификатора веб-обозревателя. ЦИ веб-обозревателя возможно получить посредством анализа параметров, указанных на рисунке 2, однако одновременное развитие средств противодействия получению ЦИ сформировало проблемную ситуацию, а именно выявление устойчивого к модификациям признака, идентифицирующего абонентский терминал среди множества потребителей контента интернет ресурсов.

Признаковое пространство (ПП) параметров веб-обозревателя формируется посредством выполнения JavaScript кода, а именно посредством вызова конкретных функций (таблица 1), которым в современных веб-обозревателях оказывается активное противодействие в виде оповещения пользователя об их использовании или принудительной отмене их выполнения.

Противодействие формированию ПП и как следствие созданию ЦИ ставит задачу расширения ПП получаемых параметров, признаков работы оборудования абонентских терминалов посредством веб-обозревателя.

## Исполнение javascript в веб-обозревателях

JavaScript является неотъемлемой частью современных веб-приложений, позволяющий осуществлять как интерактивное взаимодействие с пользователем веб-ресурса, так и построение полноценного веб-приложения по архитектуре single page application (SPA). Блокирование работы (равно как отключение) JavaScript ведет к «выпадению» пользователя из современного веб-пространства, другими словами, это ведет к блокированию возможности использования веб-приложений.

Современные веб-обозреватели (на основе веб-обозревателя Chromium) для интерпретации JavaScript кода используют движок Google V8.

Для расширения ПП с целью идентификации веб-обозревателя необходим анализ особенностей функционирования внутренних компонентов JavaScript движка Google V8 (далее V8).

Алгоритм работы V8 (текущей версии 80+) схематично показан на рисунке 3, где отображены основные компоненты и их связь между собой.

Рассмотрим его:

этап 1. Происходит получение JavaScript кода (как с удаленного веб-ресурса, так и с локального);



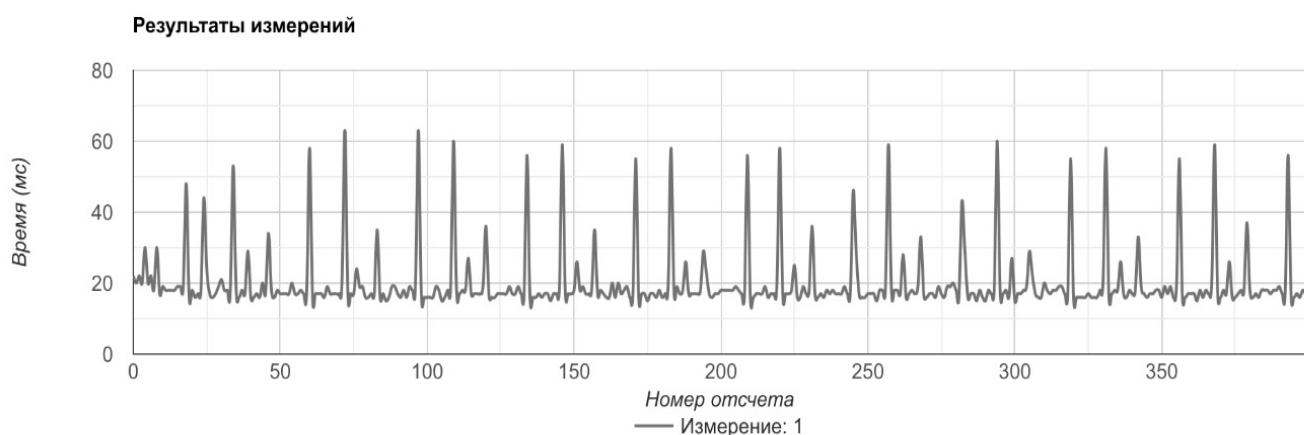


Рис. 4. Зависимость времени исполнения кода от номера отсчета  
(Веб-обозреватель: chromium 71.0.3560.0, V8: 7.1.163)

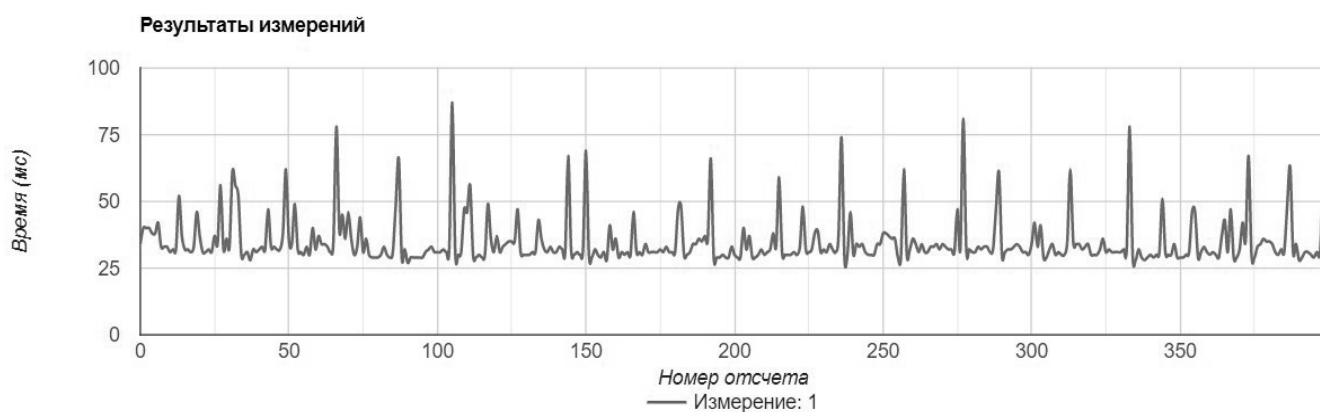


Рис. 5. Зависимость времени исполнения кода от номера отсчета  
(Веб-обозреватель: chromium 62.0.3165.0, V8: 6.2.2)

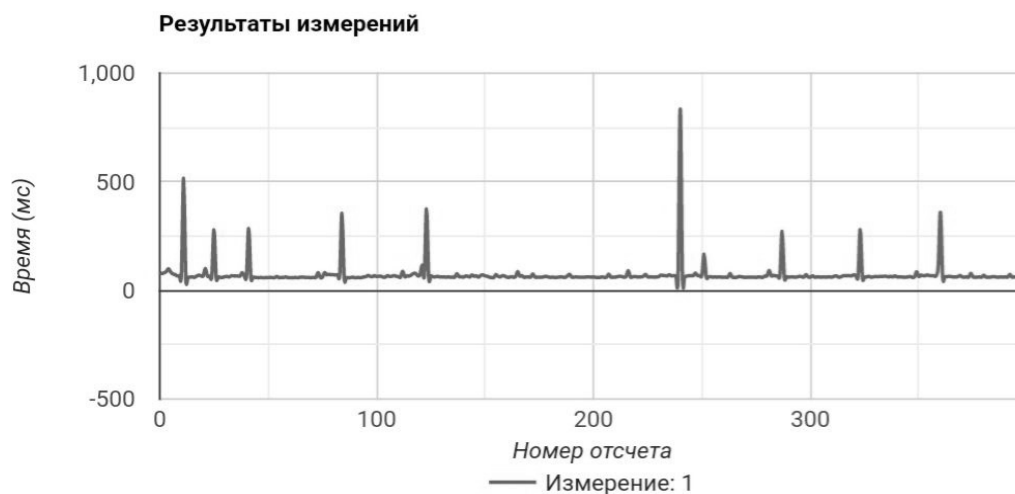


Рис. 6. Зависимость времени исполнения кода от номера отсчета  
(Веб-обозреватель: chromium 80.0.3987.149, V8: 8.0.426.27)

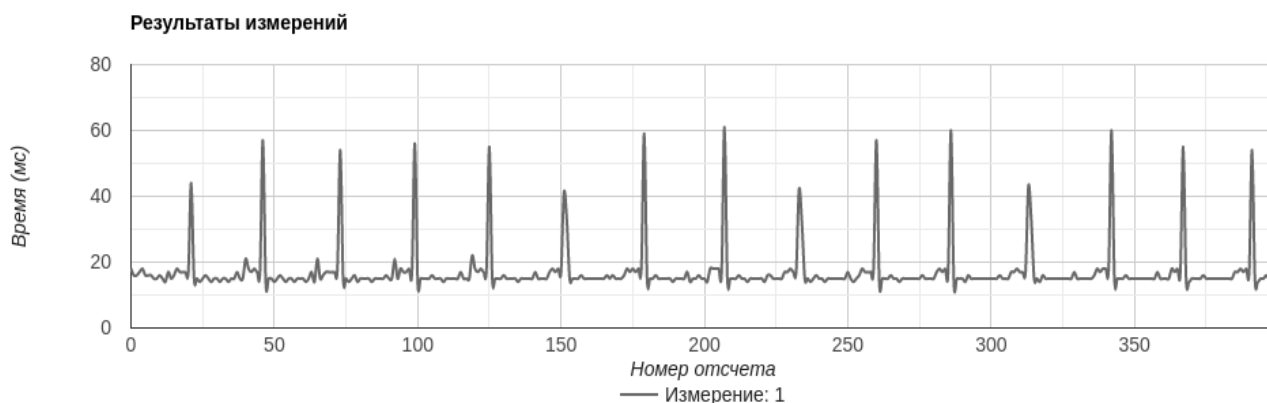


Рис. 7. Зависимость времени исполнения кода от номера отсчета  
(Веб-обозреватель: chromium 80.0.3987.163, V8: 8.0.426.30)

этап 2. Для упрощения дальнейшей работы интерпретатора Ignition и компилятора Turbofun в модуле 2 происходит преобразование полученного JavaScript кода в абстрактное синтаксическое дерево (AST);

этап 3. После окончания работы этапа 2, AST передается интерпретатору Ignition, где на его основе генерируется байт код. В случае если интерпретатор выявляет в коде закономерности, которые по его алгоритму необходимо проверить на возможность оптимизации (например, циклическое повторение кода), то байт код для оптимизации передается в компилятор текущего времени исполнения Turbofun. В противном случае Ignition выдает неоптимизированный байт код, для его последующего преобразования в машинный код под текущую архитектуру системы.

Алгоритм работы V8 с момента своего появления до текущей реализации v.12.04 претерпел значительные

изменения, что сказалось на значительном приросте производительности в интерпретации JavaScript кода. Для поиска закономерностей работы V8 различных версий был написан JavaScript код, приведенный в таблице 2.

Анализ времени исполнения JavaScript кода (рисунок 4–7) показал наличие закономерностей в необычно длительном исполнении кода, по-разному проявляющихся в различных версиях V8.

## ВЫВОД

Исследование особенности исполнения JavaScript кода в различных версиях V8 позволит выявить уникальные признаки работы веб-обозревателя, что в свою очередь позволит идентифицировать текущую версию JavaScript движка V8 и как следствие расширить признаковое пространство получаемых параметров функционирования веб-обозревателя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Об изменчивых методах объекта Math в JavaScript. [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/489826/> (дата обращения 20.03.2020).
2. Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) — Новости. [Электронный ресурс] URL: <https://rkn.gov.ru/treatments/p459/p463/> (дата обращения 16.02.2020).
3. Федеральный закон от 27.06.2006 г «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
4. Идентификация абонентов анонимных компьютерных сетей посредством выявления уникальных параметров веб-обозревателя / К. В. Сазонов и др. // Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. — СПб.: ВКА им. А. Ф. Можайского, 2018. — Вып. 665. — С. 99–111.
5. Approaches to optimizing v8 JavaScript engine. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/approaches-to-optimizing-v8-javascript-engine/viewer> (дата обращения: 1.04.2020).

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОБЛЕМ В ОРГАНИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОЙ ДОСТАВКИ И РАЗВЕРТЫВАНИИ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

### ANALYSIS OF EXISTING PROBLEMS IN ORGANIZING CONTINUOUS DELIVERY AND DEPLOYING THE SOFTWARE PRODUCT

**K. Bryukhanov  
V. Petrov  
E. Avksentieva**

*Summary.* The article describes some of the problematic issues associated with delivering the deployment of software product code in IT companies, as well as some recommendations from some of the best international practices. The issues discussed touch upon the problems of the DevOps methodology, which has been actively developed recently. The main trends in support and support of the development process in modern realities are considered. There is an urgent need to include continuous delivery and deployment methods in software engineering courses, as well as teaching continuous integration and assembly methods, automated integration, system testing and code verification. In addition, it highlights the need for education about the realities of deploying code in large-scale work environments and issues related to data migration, deployment strategies and pipelines, and standards for developing telemetry collection and transmission mechanisms.

*Keywords:* devops, continuous delivery, continuous deployment.

**Брюханов Константин Владимирович**

Аспирант, Университет ИТМО  
devops.spb@gmail.com

**Петров Валерий Владимирович**

Аспирант, Университет ИТМО  
tu\_valera@mail.ru

**Авксентьева Елена Юрьевна**

К.п.н., доцент, Университет ИТМО  
avksentievaelena@rambler.ru

*Аннотация.* В статье описываются некоторые проблемные моменты, связанные с доставкой развёртыванием кода программного продукта в IT-компаниях, а также указаны некоторые рекомендации из числа лучших международных практик. Рассмотренные вопросы затрагивают проблемы методологии DevOps, которая активно развивается в последнее время. Рассмотрены основные тенденции в поддержке и сопровождении процесса разработки в современных реалиях. Постулируется насущная необходимость включения методов непрерывной доставки и развёртывания в курсы обучения программной инженерии, а также преподавания методов непрерывной интеграции и сборки, автоматизированной интеграции, системного тестирования и верификации кода. Кроме того, выделяется необходимость просвещения относительно реалий развёртывания кода в крупномасштабных рабочих средах и проблем, касающихся миграции данных, стратегий и конвейеров развёртывания, а также стандартов разработки механизмов сбора и передачи телеметрии.

*Ключевые слова:* devops, continuous delivery, continuous deployment.

**В** данный момент, одним из самых востребованных направлений в IT-эксплуатации является наладка и обеспечение непрерывной доставки и развёртывания программного кода продукта на производственные серверы, с помощью разнообразных комбинаций технологий и инструментов. Новые требования к доставке и развёртыванию, продиктованные развитием технологий и методологий разработки, включают в себя постоянную готовность и непрерывность тестирования изменений, подготовку и настройку тестовой среды для команды обеспечения качества. Кроме того, постоянное технологическое развитие сделало возможным и доступным большое количество сервисов, аппаратного обеспечения, которые ранее не рассматривались для использования в производстве. Таким образом данный технологический прорыв, а также успех свободно распространяемого ПО, привели к тому, что подход к организации процессов CI/CD значительно изменил-

ся. Переход на новые принципы привел к масштабным переменам в мире разработки ПО, оказав сильное влияние на корпоративную культуру, востребованные навыки сотрудников и сами принципы работы в организациях.

В связи с развитием технологии облачных вычислений облачная среда становится наиболее перспективным путем предоставления клиентам отраслевых решений. Для реализации непрерывной поставки программного обеспечения группы разработки, тестирования и эксплуатации должны эффективно взаимодействовать и работать совместно. Облачная среда хорошо подходит такого взаимодействия. Однако этап развёртывания, выполняемый в сложной распределенной топологии, подвержен ошибкам и, как правило, требует ручного поиска и устранения неисправностей. Этап развёртывания продуктов в рамках процесса непрерывной

поставки часто создает узкие места и отрицательно влияет на эффективность процесса DevOps.

Целью непрерывной поставки является автоматизации тестирования инкрементальных изменений программного обеспечения и в оперативном развертывании обновленных версий на рабочей платформе максимально эффективными и безопасными методами. Изменения любой части программной системы (на уровне инфраструктуры, приложения или данных настройки) непрерывно реализуются в производственной среде посредством конвейера поставки. Такой подход дает пользователям уверенность, что в производственной среде используется самая свежая версия кода, и изменения, вносимые программистами, могут попадать к клиентам за считанные часы или даже минуты.

Рассмотрим наиболее общий сценарий реализации CI/CD в проекте:

1. Команда разработки выпускает новую версию продукта (новый функционал или исправление ошибок предыдущего релиза)
2. Сервис непрерывной интеграции (CI) проверяет новый код рядом с тестов, включающих несколько уровней тестирования, такие как синтаксические, модульные и регрессионные тесты
3. В случае успеха, сервис непрерывной интеграции готовит новую сборку программного продукта и совершает системный вызов к сервису, осуществляющему непрерывную доставку (CD)
4. Совместно с сервисом непрерывного развертывания (часто, этот функционал выполняет один и тот же сервис), автоматическим образом поднимается сущность, отвечающая за промежуточное развертывание (staging), где, в условиях близким к производственным, проводятся дополнительные интеграционные, дымовые и нагрузочные тесты
5. После успешного проведения stage-тестов, система CI/CD доставляет новую версию продукта на производственные мощности, где выполняется бесшовное развертывание параллельной инсталляции продукта
6. Производится переключения пользовательского трафика на новую версию ПО

Данный сценарий является наиболее общим и покрывает большинство нужд команд разработки и эксплуатации, но, всё же, имеет некоторые проблемы, например:

1. Замена файлов. Зачастую требуется обновление или замена конфигурационных файлов, или регенерация какого-то статичного контента. В этом случае, пользователи могут получать ошибки, пока не произошло переключения трафика

со старой версии ПО на новую. В случае же, когда развертывание закончилось неудачей, есть риск несовместимости файлов.

2. Обновление системных ресурсов. Предположим, ваша система конфигурируется под самообслуживание, настраиваются планировщики и системные демоны. Во время развертывания новой версии, у вас могут заменяться команды и префиксы для системных вызовов. Однако, существует вероятность, что какие-то из этих функций потребуются для работающей на текущий момент предыдущей версии приложения, из-за чего оно не будет должным образом обслужена и работа сервера может быть нарушена.
3. Конфигурирование баз данных. Изменения конфигурации базы данных порождают наиболее сложные проблемы. Обновление решения приводит к изменениям структуры таблиц, пользовательских полномочий, сохраненных данных и т.д. При выполнении развертывания, база данных может стать недоступна для работающего приложения, на время применения новых миграций. Также, существует вероятность ошибки развертывания, из-за чего база данных уже не будет соответствовать требуемой для нормальной работы приложения, и даже повторное развертывание прежней версии не решит проблему, т.к. требуется разработка специальных обратных миграций.

Стоит заметить, что перечисленные выше проблемы — могут возникнуть даже в близкой к идеальной среде, но одна из основных сложностей внедрения методологии DevOps состоит в том, что нет единой картины, как должен выглядеть процесс непрерывной доставки и развертывания продукта. Многие IT-компании знают о DevOps слишком мало, иногда и вовсе не понимают этой методологии, в других же уже есть исторически сложившиеся решения, поверх которых приходится выстраивать новые процессы. С учетом высоких требований к квалификации devops-специалистов, и их нехваткой на рынке труда, работодатель зачастую вынужден использовать уже имеющиеся у него ресурсы, и отдавать devops-задачи на инженеров, которые еще не успели изучить тему в должной мере. Как итог, в системе получается больше слабых мест, чем в рассмотренной выше версии.

Из этого можно сделать вывод, что отсутствие правильного понимания методологии и аналитический подход к построению инфраструктуры и методов доставки кода — является одной из ключевых проблем при использовании CI/CD. Отсюда же вытекают и следующие возможные проблемы:

1. Человеческий фактор. Первый и самый существенный риск связан с человеческим фактором. Представим себе ситуацию, когда необходимо настроить ещё несколько серверов, аналогичных существующим. Если специалист, который производил предыдущие установки или настройки в данный момент недоступен по каким-либо причинам (болен, уволился и т.д.) и не подготовил подробных инструкций, то ситуация значительно усложняется. В этом случае каждый новый специалист должен изучить весь процесс настройки сервера полностью, при этом у него нет права на ошибку. В результате будет потрачено неопределенное количество времени на настройку, при этом результат не может быть гарантированно успешным. Кроме этого, всегда есть вероятность, что автор метода настройки — тоже допустил ошибку, забыл покрыть тестами процессы, отвечающие за доставку и развертывание, или просто не учел какой-то момент, который не вызывал проблем при прошлых развертываниях. Не стоит также забывать, что, нередко, в компаниях разрабатываются несколько проектов, а отдел IT-эксплуатации, обычно, один, и один инженер эксплуатации обслуживает несколько проектов. Если нет единой схемы и концепции, то процессы в разных командах будут выстроены по-разному, что значительно затруднит последующее развитие devops в компании, и сделает высокий порог вхождения инженера эксплуатации в другой проект, где уже используются процессы, отличные от тех, с которыми он работал ранее.
2. Неидемпотентные сценарии. Идемпотентность является важнейшим атрибутом сценариев непрерывной доставки и развертывания кода, особенно в условиях развертывания инфраструктуры. Инженер должен быть уверен, что каждый раз, при выполнении сценариев, результат будет однозначно гарантированным и ожидаемым, и неизменным, при повторном проигрывании того же сценария. Зачастую, при внедрении devops в компании, инженеры стараются разработать бизнес-решение, и могут не учесть идемпотентность, или же просто не знать об этом требовании. Такой вариант представляет из себя бомбу замедленного действия, т.к. существует вероятность доставить на производственные мощности неожиданной код (например, если кто-то обновил модуль системы управления конфигурациями для одного проекта, и тем самым повлиял на остальные, где этого не ожидают).
3. Хранение чувствительных данных и организация доступа. Один из самых важных моментов в devops — подход к хранению секретных данных, ограничению прав, организации сетевого и поль-

зовательского доступа. До сих пор нет единых принятых практик и инструментов, позволяющих решить эту проблему, и инженерам приходится каждый раз проводить исследования, в зависимости от текущей организации инфраструктуры и принятых методов ограничения доступа. По этой причине, внедрение методологии devops на предприятии усложняется тем, что нельзя однозначно найти решение под свой частный случай, а применение чужих практик — не всегда гарантирует безопасность.

4. Определенная модель бюджетирования, более подходящая для Waterfall методологии.
5. Высокие требования к безопасности, следовательно, невозможность размещения инфраструктуры национальных IT проектов в зоне ответственности коммерческих, иностранных компаний, например, Amazon, Microsoft.
6. Высокий объем "legacycode", "legacyinfrastructure", которые необходимо поддерживать. Необходимость интеграции с большим количеством устаревших систем.

Из сказанного выше, можно сделать вывод, что процесс построения devops на предприятии может нести за собой ряд проблем, и не всегда решать задачи, для которых создан.

Первым важным шагом является отказ от отношения к серверам, как трудно настраиваемому, уникальному элементу инфраструктуры, переход от ручной настройки сервера к автоматизированному, централизованному управлению инфраструктурой. Таким образом процесс настройки каждого сервера должен быть описан в виде конфигурации, легко читаемой, изменяемой, и готовой к многократному безопасному переиспользованию, обеспечивающей однозначный гарантированный результат. Примерами промышленных систем-оркестраторов являются Chef или Ansible. Данные системы позволяют управлять большим количеством серверов с минимальными затратами.

Следующим важным шагом является применения автоматизированного тестирования для как можно большего покрытия функционала разрабатываемого кода (как программного, так и инфраструктурного). Иначе говоря, имея развернутую инфраструктуру, но без автоматизированного тестирования, узким местом процесса разработки будет своевременная проверка функционала. Автоматизирование процесса тестирования должно начинаться с собственно написания кода ПО (модульное тестирование), применение первичных тестов на сервере, отвечающим за сборку ПО, а также тест конфигурации серверов. Это позволит снизить нагрузку на команду обеспечения качества ПО и значительно снизит время

прохождения ПО на конвейере. Заключительным логичным шагом является централизованный сбор и анализ лог-файлов со всех серверов, для своевременного оповещения всех заинтересованных лиц и проактивном наблюдении за состоянием инфраструктуры в целом. Следование перечисленным выше рекомендациям позволит построить устойчивую, масштабируемую инфраструктуру, способную работать в интенсивном процессе разработки.

Внедрение DevOps требует вовлеченности в процесс каждого участника процесса, от отделов тестирования и разработки, до менеджеров и отдела эксплуатации.

На каждом этапе, требуется постоянный ретроспективный анализа процесса — ведь в результате случайных ошибок при изменении конфигурации полностью останавливается работа систем. Необходимо улучшать телеметрию для обеспечения более успешного обнаружения ошибок и восстановления, защиты конвейера развертывания и достижения целей по изменению управления — чтобы получать максимальную поддержку со стороны руководства при внедрении инициатив DevOps, создать более оживленную и дружелюбную рабочую среду, чтобы любой участник смог учиться в течении всего времени — это не только поможет каждому исполнителю достичь целей, но и приведет организацию к успеху.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. J. Paul Reed, DevOps in Practice — O'Reilly Media, Inc. — 2014, p25.
2. Liz Gallacher, Helen Morris. ITIL Foundation Exam Study Guide. — John Wiley & Sons. — 2012, p320.
3. Amirov A. Zh., Gerhardt E., Hon M. V. Features of the process of software deployment in conditions of intensive development // Young scientist. — 2016. — No. 9. — S. 44–47. — URL <https://moluch.ru/archive/113/29456/> (accessed: 02.11.2019).
4. Z. Zhu. Ensuring Continuous Delivery When Deploying Industry-specific Cloud Platform Solutions — IBM — 2014 — URL <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/deploy-industry-solutions-cloud-platform/>
5. G. Kim, P. Debois, J. Willis, J. Humble, The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations — IT Revolution Press — 2016, p11–46
6. G. Kim, P. Debois, J. Willis, J. Humble, The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations — IT Revolution Press — 2016, p187–239
7. G. Kim, P. Debois, J. Willis, J. Humble, The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations — IT Revolution Press — 2016, p293–319
8. J. Davis, K. Daniels, Effective DevOps: Building a Culture of Collaboration, Affinity, and Tooling at Scale — O'Reilly Media, Inc. — 2016, p45–49.
9. J. Davis, K. Daniels, Effective DevOps: Building a Culture of Collaboration, Affinity, and Tooling at Scale — O'Reilly Media, Inc. — 2016, p71–79.
10. N.R. Murphy, B. Beyer, C. Jones, J. Petoff, Site Reliability Engineering: How Google Runs Production Systems — O'Reilly Media, Inc. — 2016, p40–46.
11. N.R. Murphy, B. Beyer, C. Jones, J. Petoff, Site Reliability Engineering: How Google Runs Production Systems — O'Reilly Media, Inc. — 2016, p447–463.

© Брюханов Константин Владимирович ( devops.spb@gmail.com ), Петров Валерий Владимирович ( mu\_valera@mail.ru ),

Авксентьева Елена Юрьевна ( avksentievaelena@rambler.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НОМЕНКЛАТУРЫ ЗАПАСНЫХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

## SEMANTIC ANALYSIS OF THE NOMENCLATURE OF SPARE PARTS OF A COMPLEX TECHNICAL SYSTEM

**V. Golikov  
E. Mikhailova**

*Summary.* The article deals with the current problem of lack of spare parts and components of complex technical systems to ensure their technical inspection and operation during the entire warranty period.

The analysis is carried out in order to identify products that cannot be considered as an object of inclusion in the range of spare parts. These products include power products that have high strength reserves in their design, which cause their high reliability, as well as products that can only be replaced in the factory.

*Keywords:* mechanical engineering, component, spare parts, methodology, kit, complex, reliability, maintenance, complex technical systems.

**Голиков Владислав Андреевич**

Ассистент, Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
fordik08@mail.ru

**Михайлова Екатерина Вячеславна**

Ассистент, Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
evmikhailova@inbox.ru

*Аннотация.* Рассмотрена актуальная на сегодняшний день проблема недостатка запасных составных частей и узлов сложных технических систем для обеспечения их технического осмотра и эксплуатации в течении всего срока гарантийного использования.

Анализ проводится с целью выделения изделий, которые не могут рассматриваться как объект включения в номенклатуру запасных частей. К таким изделиям относятся силовые изделия, в конструкции которых заложены высокие запасы прочности, обуславливающие их высокую надежность, а также изделия, замена которых возможна лишь в заводских условиях.

*Ключевые слова:* машиностроение, составная часть, запасные части, методика, комплект, комплекс, надежность, техническое обслуживание, сложные технические системы.

### Введение

**З**апасные составные части (ЗСЧ) сложной технической системы предназначены для замены отказавших или выработавших ресурс изделий, а так же для:

- ♦ обеспечения использования одной системы в течение расчетного срока эксплуатации с требуемым критерием надежности;
- ♦ технического обеспечения системы в период расчетного срока эксплуатации;
- ♦ контроля технического состояния системы.

Состав ЗСЧ разрабатывается с учетом надежности составных частей (СЧ) подлежащих замене и имеющих

техническую возможность их замены, а также остальных ограничений по массе, габаритам и т.д.

### Методика определения номенклатуры запасных частей

Интенсивность отказов изделий при работе и хранении берется из справочников по характеристикам надежности изделий [1].

В таблице 1 приведена номенклатура исходных данных для расчета состава ЗСЧ.

Принятая допустимая вероятность  $\alpha$  отсутствия запасной части в комплекте представляет собой веро-

Таблица 1. Исходные данные

Наименование	Обозначение
Расчетный срок эксплуатации ЗСЧ	$M_{зсч}$
Гарантийная наработка, цикл работы	$B$
Допустимая вероятность отсутствия запасной части в ЗСЧ	$T$

Таблица 2. Исходные переменные

Наименование и размерность	Обозначение
1 Интенсивность отказов изделий j-ой позиции номенклатуры при работе, 1/ч	$\delta$
2 Интенсивность отказов изделий j-ой позиции номенклатуры при хранении, 1/ч	$\delta$
3 Суммарная наработка изделий j-ой позиции номенклатуры за расчетный срок эксплуатации ЗСЧ, ч	$M_{pj}$
4 Суммарное время хранения изделий j-ой позиции номенклатуры за расчетный срок эксплуатации ЗСЧ, ч	$M_{pj}$
5 Ожидаемое среднее число отказов изделий j-ой позиции номенклатуры	$m_j$
6 Количество изделий j-ой позиции номенклатуры, установленные в системе, шт.	$n_j$
7 Количество запасных частей изделий j-ой позиции номенклатуры, шт.	$X_j$
8 Остаток, определяющий необходимость срочного пополнения, шт.	$X_{сн}$



Рис. 1



Таблица 3. Остаток срочного пополнения

$X_j$	1	2	3	4	5
$X_{ср}$	0	0	0	0	1

ятность того, что за расчетный срок эксплуатации ЗСЧ количество отказавших изделий превысит количество аналогичных изделий, находящихся в ЗСЧ [2–3].

В таблице 2 приведены исходные переменные необходимые для расчета состава ЗСЧ.

Номенклатура ЗСЧ определяется методом инженерного анализа с учетом [4–6] следующих факторов (рис. 1):

В номенклатуру включаются изделия [7–9]:

- ◆ непосредственно влияющие на работоспособность всей системы и не являющиеся практически безотказными;
- ◆ отказ которых ведет к возникновению аварийной ситуации и назначенный ресурс которых меньше назначенного ресурса системы;
- ◆ необходимые для проведения ремонтно-восстановительных работ, технического обслуживания и контроля технического состояния;
- ◆ которые в результате эксплуатации могут быть повреждены.

#### Методика определения количества запасных частей

Количество запасных частей  $X_j$  для каждой позиции определяется исходя из величины вероятности отсутствия запасной части в ЗСЧ,  $\alpha$  и ожидаемого среднего числа отказов изделий  $m_j$ .

Ожидаемое среднее число отказов  $j$ -ой позиции номенклатуры определяется по формуле:

$$m_j^2 = (\delta_{pj} \cdot M_{pj} + \delta_{xpj} \cdot M_{xpj})^2 \quad (1)$$

где  $m_j$ ,  $\delta_{pj}$ ,  $M_{pj}$ ,  $\delta_{xpj}$ ,  $M_{xpj}$  — см. таблицу 2.

Суммарное время хранения  $M_{xpj}$  изделий  $j$ -ой позиции номенклатуры определяется по формуле:

$$M_{xpj} = M_{ЗСЧ} \cdot n_j - M_{pj} \quad (2)$$

где  $M_{ЗСЧ}$  — см. таблицу 1;

$n_j$  — см. таблицу 2.

#### Методика определения минимального остатка срочного пополнения

Под остатком, определяющим необходимость срочного пополнения, понимается количество ЗСЧ каждой позиции номенклатуры, по достижении которого необходимо пополнение комплекта [10–11].

Остаток, определяющий необходимость срочного пополнения, назначается с целью постоянного обеспечения в процессе эксплуатации запасными частями на случай, когда их фактический расход превышает расчетный [12].

Остаток, определяющий необходимость срочного пополнения  $X_{ср}$  устанавливается:

- ◆ при количестве запасных частей по каждой позиции номенклатуры  $X_j \leq 5$  в соответствии с таблицей 3.
- ◆ при количестве запасных частей по каждой позиции номенклатуры по следующей формуле [13],

$$X_{ср} = 0,2 X_j \quad (4)$$

где  $X_{ср}$ ,  $X_j$  — см. таблицу 2.

#### Заключение

При верном определении номенклатуры запасных составных частей, их количества и необходимого минимального остатка срочного пополнения может быть получена рекомендация по составу комплекта удовлетворяющего заданным ограничениям по массе, габаритам, надежности и возможности технической замены, а так же минимально необходимого для:

- ◆ обеспечения использования одной системы в течение расчетного срока эксплуатации с требуемым критерием надежности;
- ◆ технического обеспечения в период расчетного срока эксплуатации;
- ◆ контроля технического состояния

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.К. Беляев, В.А. Богатырев, В.В. Болотин и др. Надежность технических систем: Справочник Под ред. И.А. Ушакова.
2. ГОСТ 27.310–95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. — Введ. 1995–10–12. — М.: Издательство стандартов, 1996.

3. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь
4. ГОСТ Р ЕН 9100–2011 Системы менеджмента качества организации авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности.
5. ОСТ 134–1028–2012 Требования к системам менеджмента качества предприятий, участвующих в создании, производстве и эксплуатации изделий.
6. Амосов, А. Г. Проблематика маневренности автопоездов при проектировании / А. Г. Амосов, М. Ю. Куприков, В. А. Голиков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2018. — № 9. — С. 342–349.
7. Бойцов Б. В. Жизненный цикл и реализация летательного аппарата // В. Д. Борисов, Н. М. Киселев, В. Г. Подколзин // М.: Изд-во МАИ — 2005. — С. 520.
8. Cheng S. and Cebon D. Improving roll stability of articulated heavy vehicle using active semi-trailer steering. — Vehicle System Dynamics: International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility, Vol 46, Supplement: 373–388, 2008.
9. Михалев В. В. Инновационные подходы к вопросам расчета комплекта современных средств. Сборник «Инновационная деятельность в вооруженных силах российской федерации. Труды всеармейской научно-практической конференции –2015. — С. 308.
10. Гришин, А. С. Разработка методики прогнозирования потребности предприятий автосервиса в запасных частях: диссертация канд. Техн. Наук/МАДИ.— М., 2005. — С. 197.
11. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. Для вузов. 4-е издание, переработанное и дополненное / Е. С. Кузнецов [и др.]. — М.: Наука, 2001.
12. ГОСТ 27.507–2017. Надежность военной техники. Оценка и расчет запасов в комплектах ЗИП. — Введ. 2015–12–10. — М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2017.
13. Михейчик И. В. Сравнительный анализ методов и методик для обоснования комплектов ЗИП. Сборник: Автомобиле- и тракторостроение. Материалы Международной научно-практической конференции в 2-ух томах. — 2018 –С. 214.

© Голиков Владислав Андреевич (fordik08@mail.ru), Михайлова Екатерина Вячеславна (evmihailova@inbox.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский авиационный институт

# СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА PARROT

## PARROT UNMANNED AREA VEHICLE CONTROL SYSTEM AND MODELING

**A. Davtyan  
K. Melikyan**

*Summary.* The mathematical model of an unmanned aerial vehicle (UAV) Parrot Ar. Drone 2 was considered. The UAV control system in the SIMULINK graphical environment of MATLAB software was developed using a mathematical model. To control the movement of the UAV was developed proportional-integral-derivative (PID) regulators. Presented the coefficients of PID regulators obtained through the research. The analysis of results of test experiments is presented.

*Keywords:* Control System, unmanned aerial vehicle, PID regulator, Parrot Ar. Drone, UAV.

**Давтян Артур Вазгенович**

Аспирант, Национальный политехнический  
университет Армении  
arturdavtyan1995@gmail.com

**Меликян Карен Артурович**

Национальный политехнический университет  
Армении  
karenmeliqyan1996@gmail.com

*Аннотация.* Рассмотрена математическая модель беспилотного летательного аппарата (БПЛА) Parrot Ar. Drone 2. Была разработана система управления БПЛА в графической среде SIMULINK программного обеспечения MATLAB с помощью математической модели. Для управления движением БПЛА была разработана пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД) регуляторы. Представлены коэффициенты ПИД-регуляторов, полученные в результате исследования. Представлен анализ результатов тестовых экспериментов.

*Ключевые слова:* система управления, беспилотный летательный аппарат, ПИД-регулятор, БПЛА, Parrot Ar. Drone 2.0.

## Введение

Использование беспилотников широко распространено для военных целей, контроля дорожного движения, экологических исследований, структурных проверок, картографирования и создания фильмов.

Рис. 1.(а) иллюстрирует геометрический вид квадрокоптера, направления и силы, влияющие на него, а рисунок 1(б) показывает квадрокоптер Parrot Ar. Drone 2.0.

Для проектирования системы управления с четырьмя болтами необходимо получить динамическую модель квадрокоптера[1].

## Постановка проблемы

В статье рассмотрен Parrot Ar Drone 2.0 квадрокоптер, широко используемый в научных исследованиях и общем применении. Parrot Ar. Drone 2.0 имеет открытые программные исходные коды, что позволяет вносить изменения в режиме автопилота. Как правило, регуляторы ПИД выбираются для управления беспилотника во время экспериментальных испытаний, точность которых зависит от опыта оператора и ряда неопределенностей. В статье предлагается подход к теории системы управ-

ления, позволяющей выбирать параметры регуляторов ПИД с использованием теории управления и математической модели квадрокоптера.

## Математическая модель

Существует много научно-технических статей, посвященных разработке математической модели квадрокоптера [2–9]. Используя эти статьи, Динамическая модель для Parrot Ar Drone 2.0 с четырьмя винтами представлена в следующих формулах:

$$\begin{aligned} I_{xx}\ddot{\phi} &= \dot{\theta}\dot{\psi}(I_{yy} - I_{zz}) + J_r\dot{\theta}\Omega_r + I(-\Omega_2^2 + \Omega_4^2) \\ I_{yy}\ddot{\theta} &= \dot{\phi}\dot{\psi}(I_{zz} - I_{xx}) + J_r\dot{\theta}\Omega_r + I(-\Omega_1^2 + \Omega_3^2) \\ I_{zz}\ddot{\psi} &= \dot{\phi}\dot{\theta}(I_{xx} - I_{yy}) + J_r\dot{\psi}\Omega_r, \end{aligned} \quad (1)$$

Где:

- ◆  $I_{xx}$  — момент инерции вокруг оси x
- ◆  $I_{yy}$  — момент инерции вокруг оси y
- ◆  $I_{zz}$  — момент инерции вокруг оси z
- ◆  $\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3, \Omega_4$  — Угловые скорости роторов
- ◆  $\Omega_r$  — угловая скорость винта

Движения вокруг направлений x, y и z определяются уравнениями Ньютона-Эйлера.

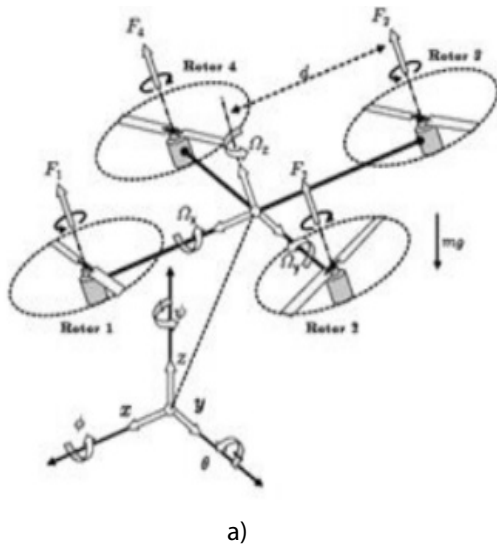


Рис. 1. Геометрический облик квадрокоптера (а) и Parrot Ar. Drone 2.0 (б)

$$\begin{aligned}
 m\ddot{z} &= mg - (\cos\psi - \cos\phi) \sum_{i=1}^4 \Omega_i^2 \\
 m\ddot{x} &= (\cos\phi \sin\theta \cos\psi + \sin\phi \sin\psi) \sum_{i=1}^4 \Omega_i^2 \\
 m\ddot{y} &= (\cos\phi \sin\theta \sin\psi - \sin\phi \cos\psi) \sum_{i=1}^4 \Omega_i^2
 \end{aligned} \tag{2}$$

Описанные уравнения (1) и (2) упрощаются путем добавления новых константов ( $a_1, \dots, a_5$  и  $b_1, \dots, b_3$ ) и  $U_1, \dots, U_4$ . Модель квадрокоптера модифицируется следующим образом [10].

$$\dot{X} = f(X, U) = \begin{pmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\psi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \\ \dot{z} \\ \dot{x} \\ \dot{y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\psi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \\ -g + (\cos\phi \cos\psi) \cdot (1/m) \cdot U_1 \\ u_x \cdot (1/m) \cdot U_2 \\ u_y \cdot (1/m) \cdot U_3 \end{pmatrix} \tag{3}$$

где константы представлены следующими формулами:

$$\begin{cases} a_1 = (I_{YY} - I_{ZZ}) / I_{XX} & a_5 = (I_{XX} - I_{YY}) / I_{ZZ} \\ a_2 = -J_r / I_{XX} & b_1 = l / I_{XX} \\ a_3 = (I_{ZZ} - I_{XX}) / I_{YY} & b_2 = l / I_{YY} \\ a_4 = J_r / I_{YY} & b_3 = l / I_{ZZ} \end{cases} \tag{4}$$

И переменные со следующими формулами:

$$\begin{cases} U_1 = b(\Omega_1^2 + \Omega_2^2 + \Omega_3^2 + \Omega_4^2) \\ U_2 = b(-\Omega_2^2 + \Omega_4^2) \\ U_3 = b(\Omega_1^2 - \Omega_3^2) \\ U_4 = d(-\Omega_1^2 + \Omega_2^2 - \Omega_3^2 + \Omega_4^2) \end{cases} \tag{5}$$

Где  $b$  и  $d$  — коэффициенты движущей силы и силы реакции соответственно.

$$\begin{aligned} u_x &= (\cos\phi \sin\theta \cos\psi + \sin\phi \sin\psi) \\ u_y &= (\cos\phi \sin\theta \sin\psi - \sin\phi \cos\psi) \end{aligned} \tag{6}$$

Используя формулу (3), мы можем представить уравнение модели в виде матрицы, где векторы имеют вид:

$$\begin{aligned} p &= [\phi \ \dot{\phi} \ \theta \ \dot{\theta} \ \psi \ \dot{\psi} \ z \ \dot{z} \ x \ \dot{x} \ y \ \dot{y}]^T \\ u &= [U_1 \ U_2 \ U_3 \ U_4]^T \end{aligned} \tag{7}$$

Таблица 1.

Параметр	Величина
$J_{xx}$	0.0086 кгм <sup>2</sup>
$J_{yy}$	0.0086 кгм <sup>2</sup>
$J_{zz}$	0.0172 кгм <sup>2</sup>
$b$	$3.13e^{-5}$
$d$	$7.5e^{-7}$
$J_r$	$6e^{-5}$ кгм <sup>2</sup>

Таким образом, мы получаем следующее матричное уравнение:

$$\begin{aligned} \dot{X} &= Ap + Bu \\ y &= Cp + Du \end{aligned} \quad (8)$$

Матрицы A и B представлены следующим образом:

$$A_{12 \times 12} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{24} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{32} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ и}$$

$$B_{12 \times 4} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ (\cos \phi \cos \theta) / m & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_x / m & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_y / m & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Где  $a_{32} = \psi a_3 + a_4 \Omega_r$ ,  $a_{24} = \psi a_1 + a_2 \Omega_r$ . Соответственно C и D представлены следующим образом:

$$C_{12 \times 12} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad \text{и} \quad D_{12 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Уравнения для динамики Parrot Ar Drone 2.0 представлены в таблице 1.

### Система управления

На рисунке 2 представлена системная блок-схема графической среды SIMULINK.

Для системного анализа необходимо учитывать несколько движений. В первом случае мы рассмотрели регулировку высоты четырьмя винтами. В этом случае входящий сигнал  $U_z$  был обработан, что необходимо для сохранения в заданном положении или для вертикального перемещения. В этом случае сигналы управления для всех двигателей одинаковы. Параметры ПИД регулятора следующие:  $k_p = 12$ ,  $k_i = 1,5$  и  $k_d = 6$ . Окончательная передаточная функция по оси Z выглядит следующим образом:

$$PID_z(s) = k_d s + \frac{k_i}{s} + k_p = 6s + \frac{1.5}{s} + 12 \quad (9)$$

На Рис. 3 показаны графики желаемых и моделированных переходов.

Во втором случае мы рассмотрим систему управления вращением вокруг оси Y. Параметры для регулятора ПИД для этого направления:  $k_p = 0,1$ ,  $k_i = 0$  и  $k_d = 0,06$ . Окончательная передаточная функция вокруг оси y выглядит следующим образом [11].

$$PID_{yaw}(s) = k_d s + k_p = 0.06s + 0.1 \quad (10)$$

$PID_{yaw}$  регулируется  $U_\theta$ , что необходимо для поворота квадрокоптера вокруг объекта Y. Чтобы проверить выбор параметров регулятора ПИД, мы наблюдали вращение вокруг оси Y и движение оси Z одновременно. Рис. 4. показывает желаемые и модулированные графики переходов.

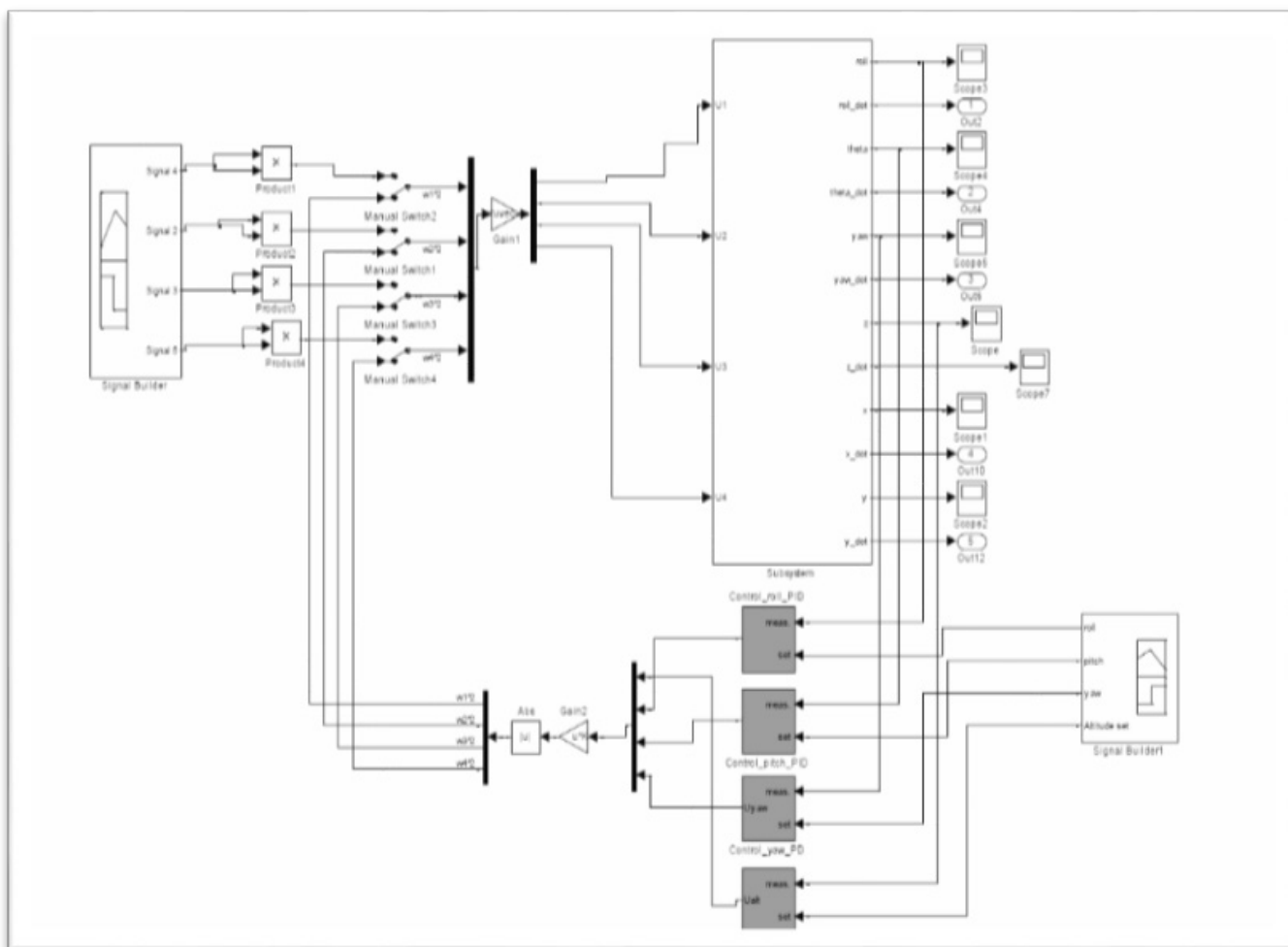


Рис. 2. Разработанная системная блок-схема

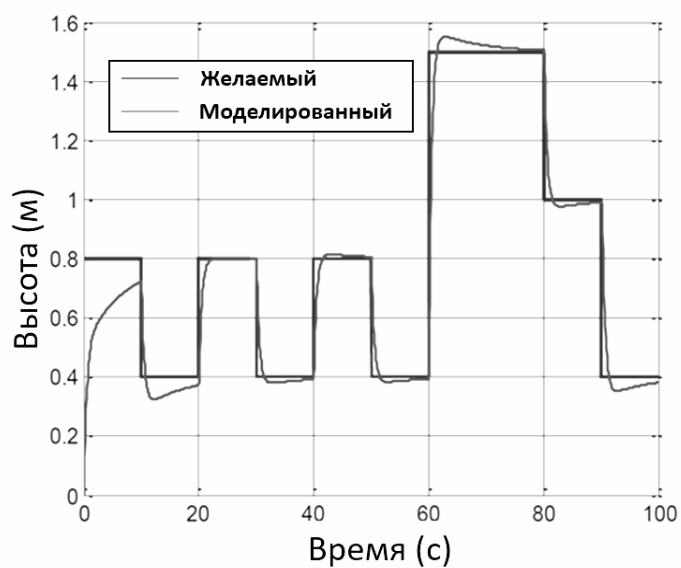


Рис. 3. График переходного движения по оси Z

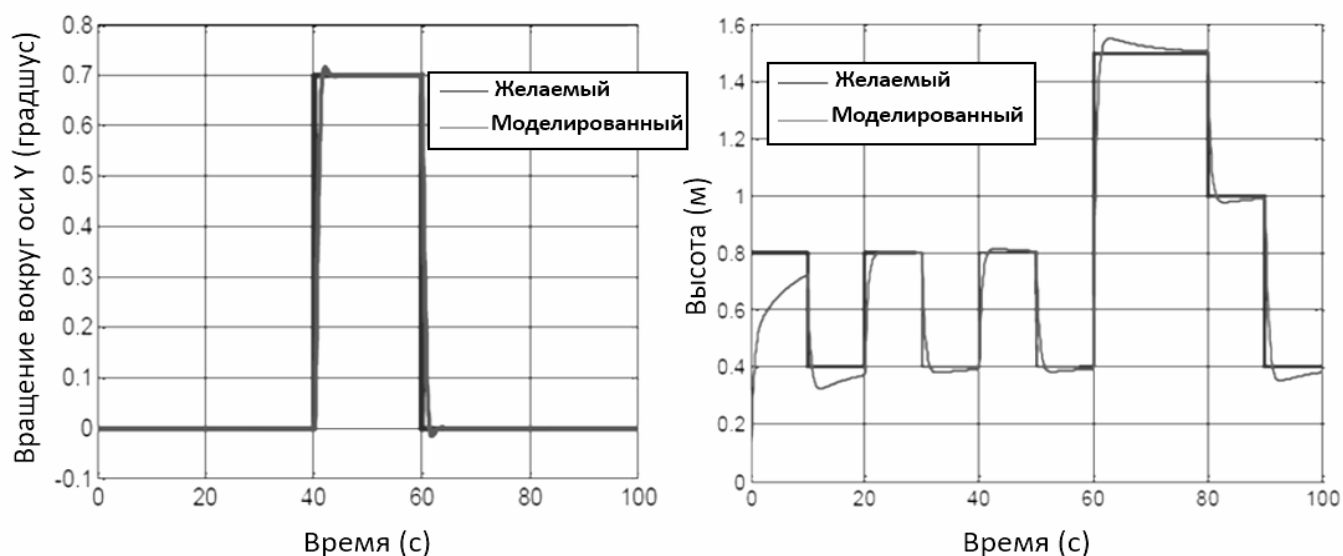


Рис. 4. Y вращаться вокруг объекта одновременно графики переходного движения по оси Z

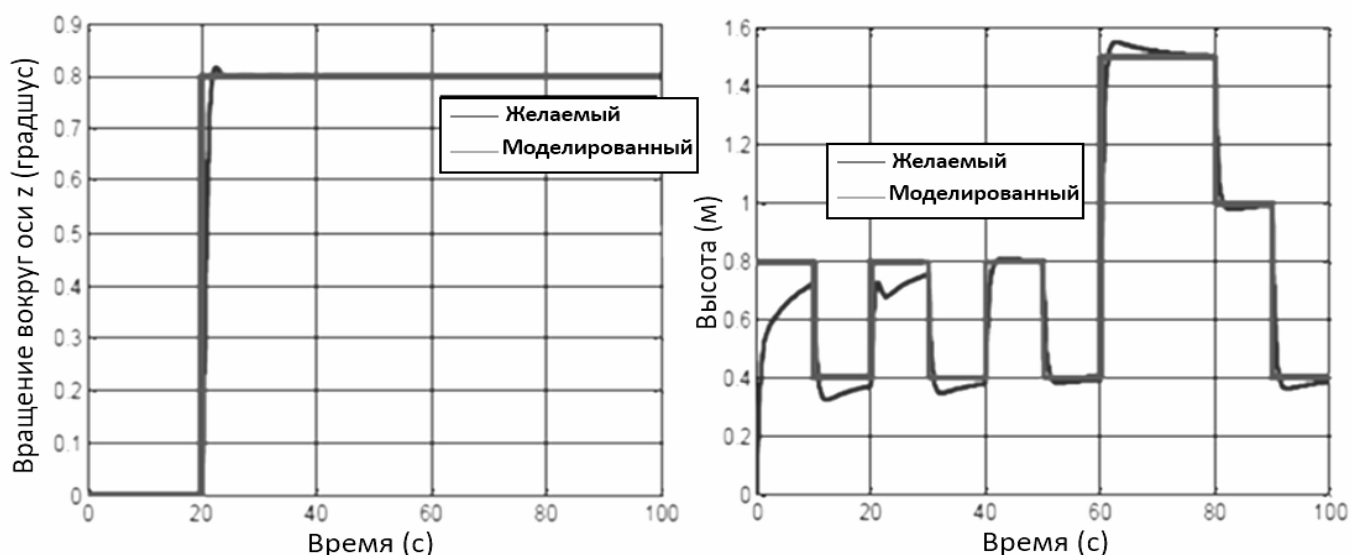


Рис. 5. X вращаться вокруг предмета и одновременно графики переходного движения по оси Z

В третьем случае рассматривается система управления вращением вокруг оси Z. Параметры для регулятора ПИД для этого направления:  $k_p = 0,3$ ,  $k_i = 0,01$  и  $k_d = 0,25$ . Окончательная передаточная функция в повороте оси z выглядит следующим образом:

$$PID_{pitch}(s) = k_d s + k_p = 0.15s + 0.2 \quad (12)$$

$PID_{pitch}$  регулируется  $U_z$ , который необходим для перемещения четверки вперед и назад. На рисунке 5 показаны графики, полученные в процессе моделирования.

## ВЫВОД

С помощью математической модели Parrot Ar. Drone 2.0 разработана система управления для программного обеспечения Matlab в графической среде SIMULINK и были выбраны параметры ПИД регуляторов. Предложенная система управления Parrot Ar. Drone 2.0, не чувствительна к изменениям движения. В последствии, мы можем установить полученные параметры регулятора ПИД в автопилоте Parrot Ar. Drone 2.0, чтобы исключить выбор и обеспечить стабильность системы во время тестирования, независимо от опыта оператора.

ЛИТЕРАТУРА

1. McKerrow P. Modeling the Dragonflyer Four-Rotor Helicopter, International Conference on Robotics & Automation, (2004), pp.3596–3601.
2. R. Lozano P. Castillo and A. Dzul. Stabilization of a mini rotorcraft with four rotors. IEEE Control Systems Magazine, pages 45–55, 2005.
3. Tayebi and S. McGilvray. Attitude stabilization of a four-rotor aerial robot. 43rd IEEE Conference on Decision and Control, pages 1216–1221, 2004.
4. R. Lozano. Unmanned Aerial Vehicles. Embedded Control, Published by ISTE Ltd, 2007.
5. S. Bouabdallah. Design and control of quadrotors with application to autonomous flying. PhD thesis, EPFL, 2007. 6.1, C.2
6. M. Claudia. Modelling and control of autonomous quad-rotor. Faculty of Engineering, Science and Medicine, University of Aalborg, Denmark, 2010:
7. P. I. Corke, Robotics, Vision & Control: Fundamental Algorithms in MATLAB. Berlin: Springer-Verlag, 2011.
8. O.N.Gasparyan, A. V. Davtyan, N. H. Nersisyan, A Control System Of A Quadcopter In The Simulink Software Environment Via Wi-Fi Signals, PROCEEDINGS Of National Polytechnic University Of Armenia Information Technologies, Electronics, Radio Engineering, Yerevan 2019, No. 1, pp 21–29
9. Benallegue V. Mister and N. K. M'Sirdi. Exact linearization and non-interacting control of a 4 rotors helicopter via dynamic feedback. IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, pages 586–593, 2001.
10. Derafa L., Madani T., Benallegue A. Dynamic Modeling and Experimental Identification of Four Rotors Helicopter Parameters, IEEE International Conference on Industrial Technology, (2006), pp.265–272.
11. Derafa L., Madani T., Ouladi A., Benallegue A. Four Rotors Helicopter Yaw Altitude Stabilization, Proceedings of the World Con-gress on Engineering, Vol. I, (2007), pp.104–110

© Давтян Артур Вазгенович ( arturdavtyan1995@gmail.com ), Меликян Карен Артурович ( karenmeliqyan1996@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный политехнический университет Армении



# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКУРРЕНТНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ХОПФИЛДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

## USING POSSIBILITY INVESTIGATION OF RECURRENT HOPFIELD NETWORK TO TRAVELLING SALESMAN PROBLEM SOLVING

V. Muzychin  
S. Matsievsky

*Summary.* The first part such well-known concepts as Hopfield neural network, dynamical system, travelling salesman problem are introduced and explained.

The main part a specific Hopfield network is built, the setting of the travelling salesman problem is given and its mathematical model on the basis of the Hopfield neural network is built. Numerical methods are proposed to solve the proposed mathematical model.

*Keywords:* Hopfield network, dynamical system, travelling salesman problem, mathematical model, numerical analysis.

**Музычин Владимир Витальевич**

Аспирант, Балтийский федеральный университет  
им. И. Канта (Калининград)  
mv@1c39.ru

**Мацевский Сергей Валентинович**

К.ф.-м.н., доцент, Балтийский федеральный  
университет им. И. Канта (Калининград)  
sergei.matsievsky@ya.ru

*Аннотация.* В первой части вводятся и поясняются такие известные понятия, как нейронная сеть Хопфилда, динамическая система, задача коммивояжера.

В содержательной части строится конкретная сеть Хопфилда, дается постановка задачи коммивояжера и строится ее математическая модель на основе нейросети Хопфилда. Для решения предложенной математической модели предлагаются численные методы.

*Ключевые слова:* нейронная сеть Хопфилда, динамическая система, задача коммивояжера, математическая модель, численный метод.

## Введение

**Н**ейронные сети, или, точнее, искусственные нейронные сети, уходят корнями во множество дисциплин: нейрофизиологию, математику, статистику, физику, компьютерные науки и технику. Их применяют в таких разнородных областях, как моделирование, анализ временных рядов, распознавание образов, обработка сигналов и управление благодаря лишь тому, что нейронные сети способны *обучаться* на основе данных при участии учителя или без [1, с. 22].

Теперь определим искусственную нейронную сеть как адаптивную машину.

**Определение нейронной сети.** *Нейронная сеть* — это распределенный параллельный процессор, который состоит из простейших единиц обработки информации, накапливающие опыт и использующие последний для дальнейшей работы. Нейронная сеть похожа на мозг:

1. данные поступают в нейросеть извне и затем используются для обучения;
2. для построения базы знаний используются синаптические веса [1, с. 32].

## 1. Нейронная сеть Хопфилда

В 1982 г. (в год полного парада планет) Джон Джозеф Хопфилд [2]:

1. вышел на новый уровень понимания вычислений, которые происходят при работе рекуррентных нейронных сетей, обладающими симметричными синаптическими связями, применив функцию энергии;
2. доказал изоморфизм между моделью Изинга (Ising model) статистической физики и рекуррентной нейронной сетью.

Этот изоморфизм привлек физиков и их результаты в область искусственных нейросетей. Таким образом, в 1980-х годах нейросети с обратной связью получили много внимания и стали называться нейронными сетями Хопфилда (Hopfield network). Сети Хопфилда не являются реалистичными моделями нейробиологических систем, однако они, как динамически устойчивые системы, могут хранить информацию [1, с. 79].

Искусственная нейронная сеть Хопфилда однослойна и имеет систему единичных задержек, определяющую

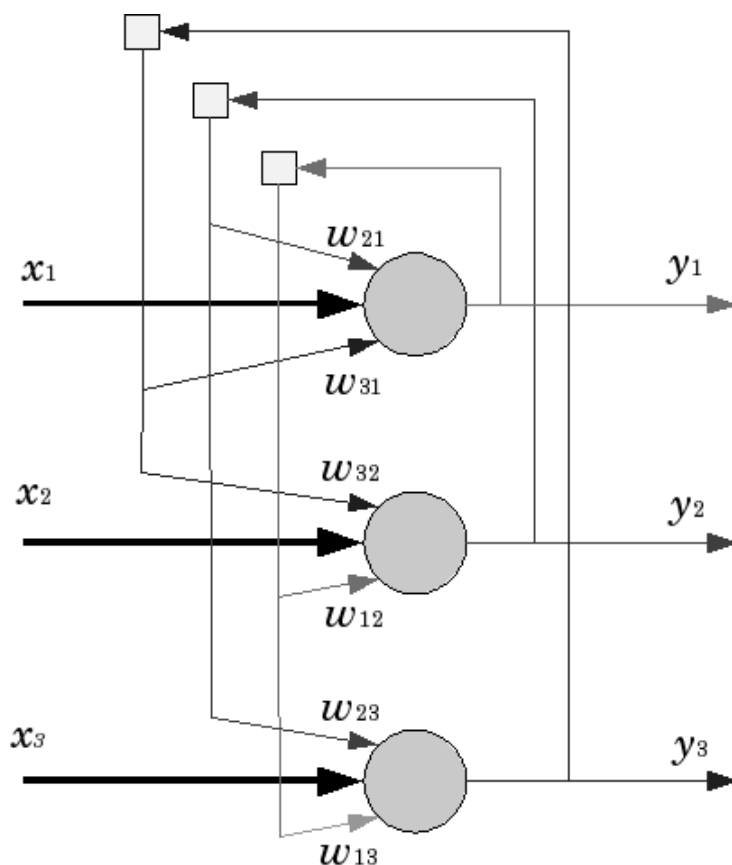


Рис. 1. Схема сети Хопфилда с тремя нейронами. Взято со Склада Википедии:  
URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hopfield%27s\\_net.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hopfield%27s_net.png)

множественные обратные связи (multiple-loop feedback system) (рис. 1). Обратных связей столько, сколько нейронов в слое: выход каждого нейрона замыкается на все остальные с единичной задержкой (нейрон не имеет обратной связи с самим собой) [1, с. 856].

Итак, основное применение дискретной сети Хопфилда состоит в моделировании контентно-адресуемой (ассоциативной, адресноориентированной) (content-addressable memory) памяти [1, с. 862], основанной на нейроне Мак-Каллока — Питца [3], т.е. на нейроне с жестко ограниченной функцией активации [1, с. 909].

Рассматривая эту модель Хопфилда в вычислительном контексте, получаем довольно тривиальную конструкцию. Тем не менее эта модель ассоциативной памяти достаточно важна, поскольку объясняет связь между динамикой и вычислениями по-новому. Например, она дает понимание следующих трех свойств, которые имеют нейробиологическую релевантность:

1. динамика модели Хопфилда регулируется множеством точечных аттракторов — ячеек фундаментальной памяти — в многомерном пространстве состояний;

2. нужный точечный аттрактор находится простой инициализации модели приблизительным описанием, затем динамика модели автоматически переведет состояние модели к ближайшему точечному аттрактору;
3. обучение — вычисление свободных параметров модели — определяется постулатом обучения Хебба, причем с помощью этого механизма можно добавлять новые точки аттракторов [1, с. 909].

## 2. Динамическая система

Для изучения нейродинамики требуется математическая модель, которая описывает динамику нелинейной системы. Для этого вполне подходит модель в пространстве состояний (state-space model), а рассуждения проводятся в терминах переменных состояний (state variable), значения которых в любой момент времени содержат данные, достаточные для предсказания эволюции системы [1, с. 837].

Динамика многих нелинейных динамических систем описывается системой дифференциальных уравнений первого порядка:



Рис. 2. Оптимальный маршрут коммивояжера через 15 крупнейших городов Германии — самый короткий из всех возможных 43 589 145 600. Взято со Склада Википедии: URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TSP\\_Deutschland\\_3.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TSP_Deutschland_3.png)

$$\frac{d}{dt}x_j(t) = F_j(x_j(t)), j = 1, 2, \dots, N,$$

где  $F_j(\cdot)$  — некоторая нелинейная функция;  $x_j(t)$  — переменные состояния динамической системы;  $t$  — независимая переменная непрерывного времени;  $N$  — порядок системы.

Для удобства выкладок переменные состояния можно собрать в вектор  $x(t)$  размерности  $N \times 1$  в вектор состояний (state vector) динамической системы. Тогда в векторных обозначениях система дифференциальных уравнений примет более компактный вид

$$\frac{d}{dt}\mathbf{x}(t) = \mathbf{F}(\mathbf{x}(t)),$$

где  $\mathbf{F}$  — нелинейная вектор-функция, каждый элемент которой связан с соответствующим элементом вектора состояний

$$\mathbf{x}(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_N(t)]^T.$$

Определение автономной системы. Нелинейная динамическая система, в которой вектор-функция  $\mathbf{F}(\mathbf{x}(t))$  не зависит явным образом от времени  $t$ , называется автономной (autonomic). В противном случае система называется неавтономной.

Неавтономная динамическая система имеет уравнение состояния

$$\frac{d}{dt}\mathbf{x}(t) = \mathbf{F}(\mathbf{x}(t), t)$$

с начальным состоянием  $\mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0$ . В неавтономных системах вектор поля  $\mathbf{F}(\mathbf{x}(t), t)$  зависит от времени  $t$ . Таким образом, в отличие от автономных систем в общем случае нельзя принять начальное время равным нулю [4].

Далее рассматриваются только автономные системы.

При любой функции  $\mathbf{F}(\mathbf{x}(t))$  вектор состояния  $\mathbf{x}(t)$  может зависеть от времени  $t$ . В противном случае состоя-

ние  $x(t)$  есть константа и система не является динамической.

Определение динамической системы. Динамической системой — это система, состояния которой изменяются со временем

Более того,

$$\frac{d}{dt} \mathbf{x}(t)$$

можно представить как вектор скорости не в физическом, а в абстрактном смысле. Тогда, исходя из

$$\frac{d}{dt} \mathbf{x}(t) = F(\mathbf{x}(t), t),$$

вектор-функция  $F(x(t))$  называется векторным полем скорости (velocity vector field), или даже просто полем скорости.

### 3. Задача коммивояжера

Еще одно применение сетей Хопфилда — решение некоторых задач комбинаторной оптимизации (combinatorial optimization problems), включающих классическую задачу коммивояжера (Travelling Salesman Problem, TSP). На плоскости расположено множество городов, требуется найти кратчайший маршрут обхода всех городов, при этом вернувшись в первый город (рис. 2).

При сравнительно простой формулировке само решение TSP является крайне сложным, это задача считается NP-полной (NP-complete). В исследовании [5] было показано, как с помощью аналоговой сети, основанной на дифференциальных уравнениях 1-го порядка, представить решение TSP. В частности, синаптические веса получаются из расстояний между городами, а оптимальное решение — это фиксированная точка нейродинамических уравнений [1, с. 909].

Именно здесь и собраны сложности, связанные с переформулировкой комбинаторных задач оптимизации в терминах непрерывных (аналоговых) сетей Хопфилда. Сеть Хопфилда минимизирует только одну функцию энергии (по Ляпунову), тогда как стандартная комбинаторная задача оптимизации оптимизирует целевую функцию при наличии множества целевых ограничений [6]. Причем при нарушении любого ограничения решение считается неверным.

Первые попытки такой переформулировки использовали функцию Ляпунова, построенной специальным методом при одном слагаемом для каждого условия:

$$E = E^{opt.} + AE_A^{огр.} + BE_B^{огр.} + CE_C^{огр.} + \dots$$

Первое слагаемое  $E^{opt.}$  есть минимизируемая целевая функция (например, длина маршрута в TSP) и определяется поставленной задачей. Оставшиеся слагаемые  $E_A^{огр.}, E_B^{огр.}, E_C^{огр.}$  суть штрафные функции, минимизация которых удовлетворяет ограничениям. Скаляры  $A, B, C$  суть постоянные веса, назначенные соответствующим штрафным функциям и определяемые методом проб и ошибок. К сожалению, многочисленные слагаемые в вышеприведенной функции Ляпунова вытесняют друг друга, поэтому успех сети Хопфилда значительно зависит от относительных значений  $A, B, C$  [6].

### 4. Построение сети Хопфилда

Решение любой задачи с помощью сети Хопфилда сводится к поиску минимума функционала, называемого *энергией сети*. В рассматриваемом случае сеть Хопфилда сходится к локально-оптимальному решению задачи. При этом промежуточные состояния нейронов образуют не само решение, а приближение к нему, которое задается матрицей действительных чисел из отрезка  $[0, 1]$ .

Для каждого нейрона в сети так называемый *входной и выходные потенциалы* могут быть определены и обозначены  $x$  и  $y$  соответственно (см. рис. 1).

В сети Хопфилда функция активации обычно S-образная. В этой статье положим функцию активации одинаковую для всех нейронов и равную

$$y(x) = \frac{1}{2}(1 + \text{th}(\alpha x)),$$

где  $\alpha$  — некоторый параметр этой функции. При  $\alpha = 1$  график изображен на рисунке 3.

Для достаточно больших значений  $\alpha$  приближенные значения  $y$  описываются формулой

$$y(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0, \\ 1, & \text{если } x > 0. \end{cases}$$

Далее, если однослойная сеть Хопфилда состоит из  $n$  нейронов, то функция энергии  $E$  сети находится по формуле

$$E = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} y_i y_j,$$

где  $w_{ij}, i, j = 1, \dots, n$  — вес соединения между выходом  $j$ -го нейрона  $y_j$  и входом  $i$ -го нейрона  $x_i$ .

Все веса  $w_{ij}$  образуют матрицу весов соединений.

Эти веса могут быть:

- 1) положительными — стимулирующий стимул;
- 2) отрицательными — тормозной стимул;

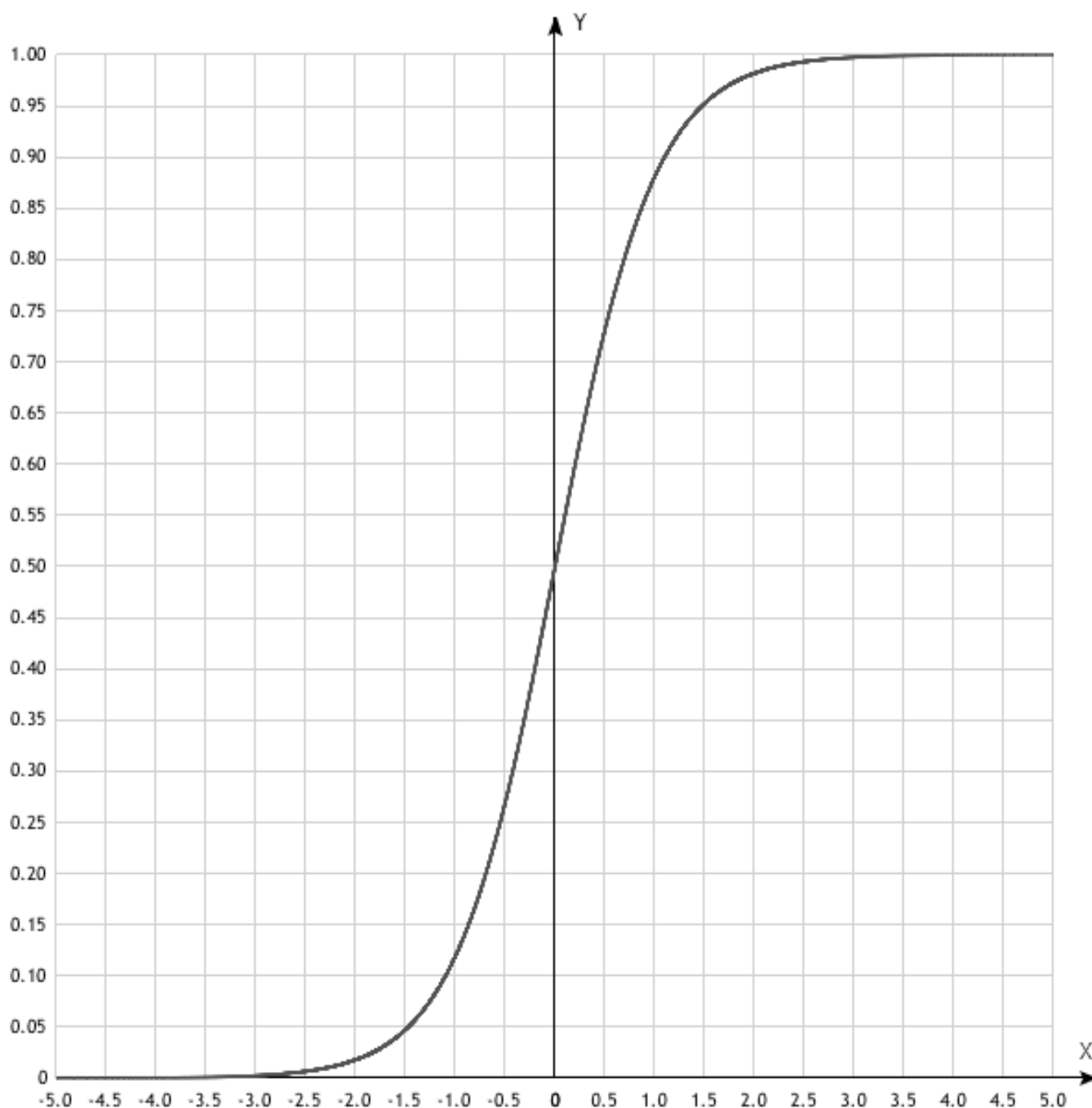


Рис. 3. График функции активации нейронов  $y(x) = \frac{1}{2}(1 + \text{th}(\alpha x))$  при параметре  $\alpha = 1$

3) равными нулю — отсутствие связи от нейрона  $j$  к нейрону  $i$ .

Входной потенциал  $i$ -го нейрона определяется уравнением

$$x_i = \frac{\partial E}{\partial y_i}, i = 1, \dots, n.$$

Из последних двух уравнений получаем:

$$x_i = - \sum_{j=1}^n w_{ij} y_j, i = 1, \dots, n.$$

## 5. Постановка TSP

Вышеуказанные правила использовались различными авторами в попытках решить сложную проблему комбинаторной оптимизации. Наибольшее внимание среди

них, вероятно, было уделено задаче коммивояжера, которая может быть сформулирована так.

**Определение TSP.** Для заданного набора из  $n$  городов и заданных расстояний между каждыми двумя из них необходимо найти замкнутый маршрут минимальной длины, проходящий через каждый город только один раз.

На основе терминологии теории графов перепишем это определение на графе.

**Определение TSP на графе.** Для заданного полного графа  $K_n$  и симметричной матрицы, представляющей веса его ребер, необходимо найти гамильтонов цикл в  $K_n$  минимальной длины (стоимости).

**Примечание 1.** Представленное здесь определение TSP — не единственная возможная версия. В других постановках матрица не является симметричной или не все города связаны ребром. Некоторые альтернативные определения, а также основные общеизвестные теоретические результаты, касающиеся вычислительной сложности различных версий TSP, можно найти в статье [7].

**Примечание 2.** Так как два вышеупомянутых определения эквивалентны, будем использовать терминологию из определения 1.

Из-за предполагаемой неполиномиальной сложности TSP традиционные подходы для решения проблемы основаны либо на методах перебора, либо на эвристике. В этой работе идея эволюции сети, а также способ выбора отправной точки моделирования идентичны тем, которые использовались для задачи расстановки  $N$  королей (NQP) в статье [8].

Далее, в данной статье любое решение цикла TSP (гамильтонов граф по всем городам) будет рассматриваться как решение проблемы. Решения, которые минимизируют длину маршрута, назовем *лучшими решениями*. Очевидно, что для любого решения существуют  $2n - 1$  других решений такой же длины, которые отличаются друг от друга начальным городом или направлением движения. Ради простоты все они будут рассматриваться как одно и то же решение.

### 6. Математическая модель

Решение проблем оптимизации с сетью Хопфилда требует осторожного и адекватного выбора энергетической функции  $E$ , то есть весов  $w_{ij}$ . Функция  $E$  должна быть определена таким образом, чтобы ее минимумы соответствовали решениям рассматриваемой задачи.

В этой статье  $E$  имеет вид

$$E = E_1 + E_2,$$

где

$$E_1 = \frac{A}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n y_{ij} y_{ik} + \frac{B}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n y_{ji} y_{ki} + \\ + \frac{C}{2} \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij} - (n + \sigma) \right)^2, \\ E_2 = \frac{D}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^n d_{ij} y_{ik} (y_{j,k+1} + y_{j,k-1}),$$

$n$  — число городов;  $d_{ij}$  — расстояние между городами  $i$  и  $j$ ;  $y_{ij}$  — матрица номеров городов в циклическом маршруте обхода:  $y_{ij} = 1$  означает, что город  $i$  будет  $j$ -м по счету, все остальные  $y_{ij}$  равны нулю [5].

Способ решения TSP, представленный здесь, отличается от классического подхода механизмом изменения выхода нейронов и выражается формулой

$$\frac{dx_{ij}}{dt} = -\frac{x_{ij}}{\tau} - A \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n y_{ik} - B \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n y_{kj} - \\ - C \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij} - (n + \sigma) \right) - \\ - D \sum_{k=1}^n d_{ik} (y_{k,j+1} + y_{k,j-1}).$$

### 7. Численные методы

Для практической компьютерной реализации представим последнее уравнение в разностной форме:

$$x_{ij}(t + \Delta t) = x_{ij}(t) + \Delta t \times \\ \times \left( -x_{ij}(t) - A \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n y_{ik}(t) - B \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n y_{kj}(t) - \\ - C \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij}(t) - (n + \sigma) \right) - \\ - D \sum_{k=1}^n d_{ik} (y_{k,j+1}(t) + y_{k,j-1}(t)) \right).$$

В этом уравнении состояние нейрона  $ij$ ,  $i, j = 1, \dots, n$ , в момент времени  $t + 1$  зависит от его состояния в момент времени  $t$ . В наших моделях входной потенциал в момент времени  $t + 1$  не напрямую зависит от его состояния в предыдущий момент. На самом деле

$$\begin{aligned}
 x_{ij}(t+1) = & -A \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n y_{ik}(t) - B \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n y_{kj}(t) - \\
 & -C \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij}(t) - (n + \sigma) \right) - \\
 & -D \sum_{k=1}^n d_{ik} (y_{k,j+1}(t) + y_{k,j-1}(t)).
 \end{aligned}$$

Представленное выше правило обновления также использовалось в статье [9]. Авторы сообщают о 50%

сходимости к гамильтоновому циклу. Другими словами, в половине случаев решение не было найдено. Лучшая сходимость, полученная в наших моделях, обусловлена лучшим выбором сетевых констант.

Самым большим преимуществом предлагаемой сети является ее независимость от начального состояния, т.е. выходных потенциалов нейронов в начале моделирования.

Результаты компьютерного моделирования, а также обсуждение влияния сетевых констант будут представлены отдельно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2006. (Haykin S. *Neural Networks. A Comprehensive Foundation*. Prentice Hall, NJ: Upper Saddle River, 1998.)
2. Hopfield J. J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*. 1982. Vol. 79. P. 2554–2558. doi:10.1073/pnas.79.8.2554. URL: <https://bi.snu.ac.kr/Courses/g-ai09-2/hopfield82.pdf>
3. Мак-Каллок У.С., Питтс В. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности // *Автоматы / Пол ред. К. Э. Шеннона и Дж. Маккарти*. М.: Изд-во ИЛ, 1956. С. 363–384. (Также в журнале *Нейрокомпьютер*, 1992, № 3/4, с. 40–53, и в книге *Нейронные сети: история развития теории*. М.: ИПРЖР, 2001. С. 5–22.) (McCulloch W. S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // *Bulletin of Mathematical Biophysics*. 1943. Vol. 5. P. 115–133.)
4. Parker T. S., Chua L. O. *Practical Numerical Algorithms for Chaotic Systems*. New York: Springer, 1989.
5. Hopfield J. J., Tank T. W. “Neural” computation of decisions in optimization problems // *Biological Cybernetics*. 1985. Vol. 52(3). P. 141–152. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00339943>
6. Gee A. H., Aiyer S. V. B., Prager R. An analytical framework for optimizing neural networks // *Neural Networks*. 1993. Vol. 6. P. 79–97.
7. Reingold E. M., Nievergelt J., Deo N. *Algorytmy kombinatoryczne*, PWN. Warszawa, 1985.
8. Mandziuk J. Solving the N-Queens problem with a binary Hopfield-type network. Synchronous and asynchronous model // *Biological Cybernetics*. 1995. Vol. 72, No. 5. P. 439–446.
9. Yao K. C., Chavel P., Meyrueis P. Perspective of a neural optical solution to the Traveling Salesman optimization Problem // *SPIE*. 1989. Vol. 1134. *Optical Pattern Recognition II*. P. 17–25.

© Музычин Владимир Витальевич (mv@1c39.ru), Мациевский Сергей Валентинович (sergei.matsievsky@ya.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## КЛАСТЕРИЗАЦИЯ В ГРАФОВЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

### CLUSTERING IN GRAPHIC DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS

*O. Ogorodnikova  
A. Dubrovin*

*Summary.* The purpose of the article is to study database management systems. Graphic databases are considered. Data Mining technology must be used in graph databases. In particular, the clustering method. The possibilities of graph DBMS Neo4j for the implementation of clustering methods are investigated.

*Keywords:* database management system, data mining, clustering method.

**Огородникова Ольга Викторовна**

Старший инженер группы автоматизации,  
ФКУ «Следственный изолятор № 2» УФСИН России  
по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области;  
адъюнкт, Воронежский институт ФСИН России  
*Olga-ogogordnikova@yandex.ru*

**Дубровин Анатолий Станиславович**

Д.т.н., Воронежский институт ФСИН России  
*asd\_kiziltash@mail.ru*

*Аннотация.* Цель статьи заключается в исследовании систем управления базами данных. Рассмотрены графовые базы данных как наиболее актуальные для работы с большими объемами данных. Технология Data Mining необходимо использовать в графовых базах данных. В частности, рассматривается метод кластеризации. Исследованы возможности графовой СУБД Neo4j для реализации методов кластеризации.

*Ключевые слова:* система управления базами данных, графовая база данных, интеллектуальный анализ данных, метод кластеризации.

### Введение

**В** последнее время реляционные системы управления базами данных начинают вытеснять NoSQL СУБД. Замена устоявшихся и понятных СУБД может быть осуществлена в связи со значительной практической пользой. Модели данных могут быть переведены на графовые, когда необходимо увеличить производительность, когда необходимо создавать сложные и гибкие запросы. Рассмотрим системы управления графовыми базами данных (далее — графовые базы данных). С помощью графовых баз данных стало возможно моделировать базы данных по-новому, используя мощные инструменты. Графовые базы данных дают возможность представлять большие и сложные зависимости, что невозможно реализовать на SQL языке запросов, а также осуществляют хранение взаимосвязей и навигацию в них. Графовые базы данных являются универсальными: изменение требований и функциональных возможностей не приведет к проблемам. Базы данных могут меняться и модифицироваться. Так графы пришли на смену таблицам (совокупности таблиц) в реляционных моделях. Графовая база данных хранит данные в виде интеллектуальной схемы, которая позволяет легко найти и построить любые отношения в виде графа с узлами и ребрами. Все это дает возможность хранить и работать со связанными данными. В данном случае связь между данными является более ценной, чем сами данные. Дан-

ные хранятся эффективно путем записи узлов и отношений, близких друг к другу. В конечном итоге предъявляется меньше технических требований к оборудованию, но при этом выполнение запросов происходит более быстро.

### Data Mining в графовых базах данных

Информация, которая содержится в СУБД, нередко содержит ошибки и неточности. Как правило, вследствие неточного ввода данных растет число ненужных записей, бессмысленных и ложных результатов, что приводит в процессе поиска и анализа информации к значительным проблемам. Справиться с этим упущением поможет интеллектуальный анализ данных. Data Mining — технология, которая обнаруживает знания в данных. Происходит «раскопка» данных, «промывка» данных.

Рассмотрим возможности технологии обнаружения знаний. Кластерный анализ является наиболее сложной задачей Data Mining. Поиск алгоритма кластеризации является актуальным, решает задачи оптимизации в графовых базах данных. Основной задачей является разбиение множества объектов сходной структуры на заранее неизвестные группы (кластеры), которые характеризуются похожими свойствами.



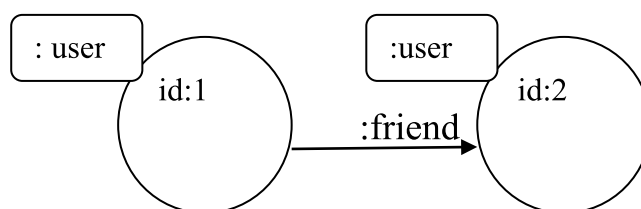


Рис.1

### Средства кластеризации графов в графовой СУБД Neo4j

В СУБД Neo4j имеется встроенная библиотека `Graph algorithms` для работы с графами. Для кластеризации графов данная библиотека реализуется с помощью таких алгоритмов как `Louvain` — он основан на оптимизации модулярности. Узлы объединяются в графы так, чтобы увеличить модулярность. `Louvain` самый быстрый алгоритм для работы с большими данными. Алгоритм `Label Propagation` кластеризует граф, используя только его структуру. Каждая вершина помещается только в тот кластер, которому принадлежит большая часть его соседей. Если таких кластеров несколько, то выбирается один случайным образом. Алгоритм `Triangle Counting` — треугольник представляет собой набор из трех узлов, в котором каждый узел имеет связи со всеми другими узлами. На основе полученных данных определяется коэффициент кластеризации. СУБД Neo4j предоставляет инструменты для работы с данными, которые можно использовать для методов кластеризации графов.

В разработанной системе для работы с Neo4j была использована библиотека `neo4j.v1` для языка Python. Данные в Neo4j хранятся в виде рисунков 1

Для тестирования алгоритмов кластеризации графов было сгенерировано случайный граф. Приведем пример запроса для выделения сообществ методом `Louvain`:

```
CALL algo.louvain('User','Friend',
{write: true, writeProperty:'community'})
```

`YIELD nodes, communityCount, iterations, loadMillis, computeMillis, writeMillis;`

После выполнения запроса в каждой вершине графа по теме: `user` появится свойство `community`, который будет содержать номер кластера, к которому метод `Louvain` отнесет соответствующую вершину.

Запрос к базе данных для выполнения алгоритма кластеризации `Label Propagation`. После выполнения данного запроса в каждой вершине графа по теме: `User` появится свойство `partition`, которая будет содержать номер кластера, к которому метод `Label Propagation` отнесет соответствующую вершину. Запрос к базе данных для выполнения алгоритма кластеризации `Triangle Counting`: После выполнения данного запроса к каждой вершине графа по теме: явится свойство `triangle`, который будет содержать номер треугольника, в котором находится вершина

### Вывод

Исследованы возможности графовой СУБД Neo4j для реализации методов кластеризации. Для выделения кластеров она предлагает несколько реализованных в ее библиотеке `Graph algorithms` алгоритм, а именно `Louvain`, `Label Propagation` и `Triangle Counting`. Другие алгоритмы кластеризации графов надо реализовывать самостоятельно, но Neo4j предоставляет много удобных инструментов для работы с данными, которые можно использовать для реализации методов кластеризации графов меньшими усилиями, чем без использования Neo4j.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гуральник Р. И. Некоторые задачи на графовых базах данных Труды ИСП РАН, том 28, вып. 4, 2016, стр. 193–216. DOI: 10.15514/ISPRAS-2016–28(4)-12
2. Jeevan Joishi, Ashlish Sureka, "Graph or Relational Databases: A Speed Comparison for Process Mining Algorithm", CoRRabs/1701.00072 (2017)
3. Laurel Orr and Jennifer Ortiz, "Clustering with the DBLP Bibliography to Measure External Impact of a Computer Science Research Area", доступен по ссылке <http://homes.cs.washington.edu/~jortiz16/images/MLProjectPaper.pdf>
4. Neo4J Graph Database. URL: <http://www.neo4j.org>

# СЕТЕВОЙ МОНИТОРИНГ: АНАЛИЗ СЕТЕВОГО ТРАФИКА С ПОМОЩЬЮ ELK

## NETWORK MONITORING: NETWORK TRAFFIC ANALYSIS USING ELK

**V. Petrov**  
**K. Bryukhanov**  
**E. Avksentieva**

*Summary.* A method of network monitoring based on network traffic analysis is proposed. This paper discusses the concept of network monitoring, what are the methods of network monitoring and how to use the elk stack to collect, process and analyze network traffic. As a research method, testing was chosen based on the architecture that was designed and put into operation in the company Dino Systems. This type of architecture can be used for building and implementing network monitoring. The result of the research is the proposed method and approaches to implementing network monitoring.

*Keywords:* ELK stack, network traffic analysis, network monitoring

**Петров Валерий Владимирович**

Аспирант, Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург  
tu\_valera@mail.ru

**Брюханов Константин Владимирович**

Аспирант, Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург  
devops.spb@gmail.com

**Авксентьева Елена Юрьевна**

К.п.н., доцент, Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург  
avksentievaelena@rambler.ru

*Аннотация.* Предложен метод сетевого мониторинга на основе анализа сетевого трафика. В работе рассмотрено понятие сетевого мониторинга, какие бывают методы сетевого мониторинга и как с помощью стека ELK собирать, обрабатывать и анализировать сетевой трафик. В качестве метода исследования была выбрана апробация на основании архитектуры, которая была спроектирована и введена в эксплуатацию в компании Dino Systems. Данный вид архитектуры может применяться для построения и реализации сетевого мониторинга. Результатом исследования является предложенный метод и подходы к реализации сетевого мониторинга.

*Ключевые слова:* стек ELK, анализ сетевого трафика, сетевой мониторинг.

## Введение

**С**етевой мониторинг — это наблюдение за работой сети с целью своевременного обнаружения в ней неисправностей и ошибок. С точки зрения мониторинга, компьютерная сеть состоит из следующих объектов: сетевое оборудование, сетевые соединения, сетевой трафик, сетевые сервисы, и пользователи [2].

Целью данного исследования является раскрытие темы сетевого мониторинга, какие инструменты применяются для организации и какие проблемы есть на данный момент в сетевом мониторинге.

В качестве инструментов для анализа сетевого трафика был выбран стек ELK в связи с тем, что: он полностью свободно распространяется, имеет возможность к горизонтальному масштабированию, имеет высокую доступность, обладает необходимой гибкостью в настройке, а также, имеет два типа сетевого мониторинга. Это NetFlow аналитика, и аналитика сетевых пакетов.

Для достижения цели необходимо:

1. Изучить особенность анализа сетевого трафика в различных условиях

2. Изучить научно-техническую литературу для определения сетевого мониторинга, перспективы использования инструментов для анализа сетевого трафика
3. Проанализировать практический опыт коллег в области сетевого мониторинга для проектирования архитектуры анализа сетевого трафика
4. Разработать архитектуру системы сетевого мониторинга и тестовый стенд для апробации данной архитектуры

Обзор предметной области:

Сетевой мониторинг делится на две части: мониторинг сетевого оборудования, и мониторинг сетевого трафика. В свою очередь, анализ сетевого трафика делится на:

- ◆ Анализ пакетов
- ◆ Анализ Netflow

Для анализа пакетов сетевого трафика могут быть использованы следующие программные продукты: Wireshark, tcpdump, kismet, EnterApe и др. Принцип их работы заключается в прослушивании трафика, который проходит через сетевое устройство. Но такой вариант

Таблица 1

Инструмент сетевого мониторинга	Критерии								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tcpdump	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Wireshark	+	+	-	-	-	-	+	+	-
ELK Netflow	+	+	+	+	+	+	-	+	+
ELK Packetbeat	+	+	+	+	+	+	+	+	-
NetFlow Analyzer	+	+	-	+	-	+	-	+	+

сетевого мониторинга может охватывать не весь трафик, если он не установлен в разрыв с коммутатором/свитчем. Так же такой метод при большой нагрузке на сетевое устройство может оказаться неэффективным из-за наличия слишком большого потока информации. Для аналитики сетевого трафика на уровне сеансов, используется протокол Netflow который был разработан Cisco, и де-факто является стандартом в области анализа сетевого трафика используемый большинством производителей сетевого оборудования.

Для поиска оптимального решения был проведен анализ популярных инструментов для сетевого мониторинга по следующим критериям (Таблица 1):

1. Возможность фильтрации трафика
2. Запись событий на носитель
3. Прогнозирование трендов
4. Создание отчетов SLA (Service Level Agreement)
5. Возможность оперативного оповещения о проблеме
6. Кластеризация
7. Расширенная аналитика (возможность получить доступ к телу пакета)
8. Наличие графического интерфейса
9. Аналитика flow (потока пакетов)

В качестве решения было предложено использовать сразу два подхода к мониторингу (Netflow аналитика + аналитика пакетов) сетевого трафика в связи с тем, что достоинства и недостатки обоих подходов компенсируют друг друга. Аналитику пакетов стоит применять очень избирательно, в связи с тем, что при генерации большого количества трафика, будет сгенерирован большой пласт данных, который необходимо будет обработать системе мониторинга. Netflow аналитика позволяет узнать о потоке трафике следующие параметры:

- ◆ Адрес источника
- ◆ Адрес назначения
- ◆ Порт источника для UDP и TCP

- ◆ Порт назначения для UDP и TCP
- ◆ Тип и код сообщения для ICMP
- ◆ Номер протокола IP
- ◆ Сетевой интерфейс (параметр ifindex SNMP)
- ◆ IP Type of Service

В Netflow аналитике предоставляется возможность анализа сетевого трафика на уровне сеансов, делая запись о каждой транзакции TCP/IP.

И благодаря предложению использовать комбинированный подход, будет доступна исчерпывающая информация о сетевом трафике с возможностью анализа тела пакета. Проблематика же данного подхода сводится к очень большим объемам пересылаемой информации по сети от различных источников. Поэтому, у нас должна быть возможность фильтровать трафик по определенным критериям. В качестве программных решений были выбраны следующие пакеты:

- ◆ ELK NetFlow
- ◆ ELK Packetbeat

### Содержание исследования

Работа посвящена построению сетевого мониторинга, ключевой особенностью которого является возможность глубокого анализа трафика с аналитикой потока. Одной из самых важных задач является предварительное архитектурное планирование анализатора трафика с обязательным указанием необходимого функционала (для примера — какой тип трафика нам необходим, по каким портам, от каких клиентов, тип используемого протокола передачи и т.д.). От технических характеристик трафика будет зависеть, какое количество ресурсов нам необходимо для построения системы сетевого мониторинга.

В качестве основного метода исследования выбрана апробация на основании архитектуры, которая была

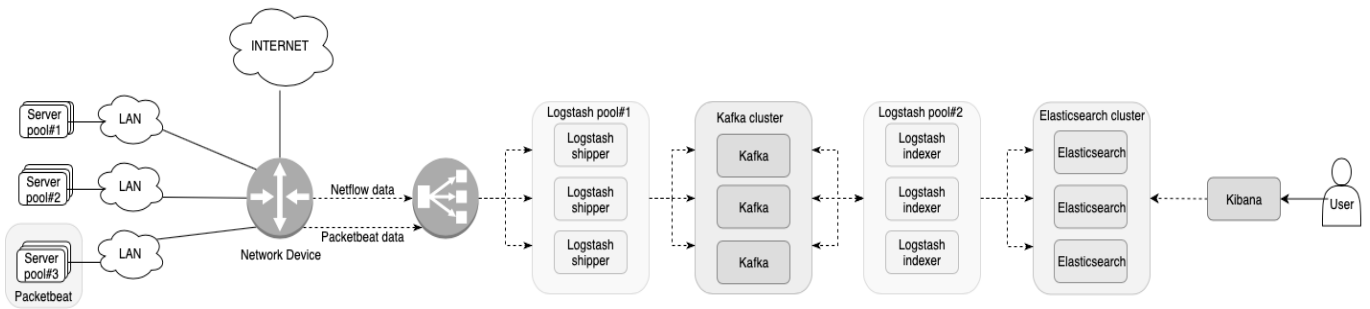


Рис. 1. Netflow Архитектура

спроектирована и введена в эксплуатацию в компании Dino Systems. В качестве экспериментального проекта был спроектирован и введен в эксплуатацию Netflow мониторинг, который на данный момент анализирует порядка 3% всего генерируемого трафика. В данном подходе не реализована расширенная аналитика пакетов. На рис. 1 показана реализация Netflow + сбор и фильтрация пакетов.

В Server pool#3 установлены агенты Packetbeat, которые считывают сетевой трафик у MySQL кластера на портах 3306 и 3307 соответственно. И пересылают его через Load Balancer в Logstash pool#1 для дальнейшей пересылки в систему очередей Kafka cluster. Стоит так же отметить, что никаких других правил обработки на стороне Logstash pool#1 кроме как принятия данных на определенные порты и пересылки в систему очередей нет, соответственно задержки на этой стороне минимальны. Kafka cluster необходим для реализации системы очередей. Данное решение необходимо для того что бы иметь возможность обрабатывать эффективно волнообразную нагрузку и обеспечивать большую надежность данных, которые присылают Netflow и Packetbeat. Так же, благодаря системе очередей есть возможность создать механизм Троттлинга по определенным критериям на стороне Logstash pool#2.

На Network Device сконфигурирована работа модуля Netflow, который в свою очередь по UDP отправляет данные о каждой транзакции TCP/IP в ELK. При большой загрузке сетевого канала, Network Device будет так же нагружен из-за необходимости пересылки данных о каждой TCP/IP транзакции. Для того, чтобы частично нивелировать эту нагрузку можно воспользоваться batch-отсылкой. Фильтрация данных Packetbeat и Netflow данных возможна на стороне Logstash.

Elasticsearch — используется для хранения всех мониторинговых данных которые были отправлены сетевыми устройствами и серверами. Благодаря кластеризации, данное решение можно считать отказоустойчивым и вы-

сокодоступным. Данные Netflow и Packetbeat записываются в разные индексы (базы данных), в связи с отличающейся структурой данных. Для того, чтобы обезопасить архитектурное решение от выхода из строя одного из экземпляров приложения Elasticsearch, было указано наличие реплика-шард в мониторинговом индексе. Так же, при выходе из строя одного из экземпляров приложения, данные автоматически перебалансируются по оставшимся экземплярам приложения, и создадутся новые реплика-шарды.

Kibana используется непосредственно конечным пользователем для проведения аналитики по данным, графикам, и панель индикаторов. Так же, в Kibana доступен механизм оповещения по данным (с оповещением по email, Pagerduty, webhook и т.д.), использование моделей машинного обучения для прогнозирования по time-series данным, обнаружение аномалий и пр. В том числе, благодаря этому инструменту есть возможность управления конфигурационными файлами Logstash прямо из UI.

Представленная система мониторинга имеет возможность масштабироваться горизонтально. Архитектурная диаграмма отображает работу только в одном дата-центра с использованием физических серверов.

### Заключение

Апробация предложенного метода сетевого мониторинга успешно завершена. Была построена высокодоступная, отказоустойчивая система сетевого мониторинга с глубоким анализом сетевых данных и мониторинге потока сетевого трафика. При анализе могут применяться методы машинного обучения с помощью инструмента Kibana. Дальнейшее исследование предполагает разработку архитектуры в облаке, с использованием Kubernetes и автоматическим масштабирование системы мониторинга на основании ее загрузки, а также работу системы мониторинга cross дата-центры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aliev T.I., Balakshin P.V., Platunov A. E. Scientific School" Organization of Computing Systems and Networks" // Proceedings of the Thirteenth All-Russian Scientific Readings" Scientific and Technical Problems in Industry: The Future of a Strong Russia — in High Technologies" —2019. — P. 190–203
2. Kustarev P., Bykovskii S., Milin V., Antonov A. Model-driven runtime embedded monitoring for industrial controllers // 14th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications, TrustCom 2015, Proceedings — 2015, Vol. 3, pp. 281–286
3. Shikhaliev R.G., On Methods of Monitoring Computer Networks // "Actual Problems of Information Security" III Republican Scientific and Practical Seminar, December 8, 2017, p. 38–41
4. Shikhaliev R.G., On Methods of Collecting, Storing and Analysis of Large Network Traffic // Problems of Information Technologies, 2016, No. 2, p. 56–62
5. Sultana A., Geetalaxmi J., A Review of Applications and Approaches of Network Monitoring // International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology, 2019, Vol.7., p.121–127.
6. Bialik M., Fadel C. Knowledge for the age of artificial intelligence: what should students learn? // Center for Curriculum Redesign. 2018. <http://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR Knowledge FINAL January 2018.pdf>. Last accessed 20 Oct 2019
7. Savchenko A., Vasylenko V., Kolisnyk O., Holiavkina T., Computer networks monitoring and management methods // Science-based technologies, 2018, 39.3 <https://doi.org/10.18372/2310-5461.39.13075>
8. Hohemberger R., Lorenzon A., Rossi F., Caggiani L., Marcelo C. Optimizing Distributed Network Monitoring for NFV Service Chains // IEEE Communications Letters.2019 PP. 1–1. <https://doi.org/10.1109/LCOMM.2019.2922184>
9. Rahman W., Nguyen P. T., Rusliyadi M., Laxmi L., Shankar K., Network Monitoring Tools and Techniques uses in the Network Traffic Management System. International Journal of Recent Technology and Engineering.//2019 Vol.8. pp.4182–4188 <https://doi.org/10.35940/ijrte.B1603.098251119>
10. Svoboda J., Ghafir I., Prenosil V., Network Monitoring Approaches: An Overview // International Journal of Advances in Compter Networks and Its Security– IJCNS., 2015, Vol.5. pp. 88–93.

© Авксентьева Елена Юрьевна (avksentievaelena@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



НИУ ИТМО

# ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАБЛОНА «САГА» ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ СОГЛАСОВАННОСТИ ДАННЫХ В МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЕ

## USING “SAGA” PATTERN FOR PROVIDING CONSISTENCY IN MICROSERVICE ARCHITECTURE

**D. Rubtsov**

*Summary.* This article is devoted to the study using the “Saga” pattern building microservice architecture. “Saga” allows implementing asynchronous distributed transactions, which helps keep the state between microservice eventually consistent. There are several methods of implementing this pattern described in this article, and the approach for atomic broker message publication is also being studied. Without which it's not possible to achieve complete consistency using “Sagas”.

*Keywords:* microservice architecture, distributed transactions, saga.

**Рубцов Дмитрий Викторович**

Руководитель группы разработки, Яндекс, г. Москва  
rubtsov.dmv@gmail.com

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию использования шаблона «Сага» при проектировании микросервисной архитектуры. Шаблон «Сага» позволяет реализовать асинхронную распределенную транзакцию, с помощью которой сохраняется согласованность по данным между разными микросервисами. В статье рассматриваются различные методы реализации данного шаблона, а также изучается подход к атомарной публикации событий в брокер сообщений, без которого в данном шаблоне нельзя достичь полной согласованности данных.

*Ключевые слова:* микросервисная архитектура, распределенные транзакции, сага.

### Введение

**В** современных распределенных системах все чаще применяют микросервисную архитектуру. Основная идея микросервисной архитектуры заключается в разделении приложения на более мелкие сервисы, называемые микросервисами, которые общаются между собой с помощью механизма удаленного вызова процедур (RPC — remote procedure call) по сети TCP/IP. Данная архитектура позволяет делать систему более гибкой и масштабируемой [1, с. 10]. Как правило, каждый микросервис имеет свою собственную базу данных (БД), где хранятся состояния объектов предметной области, за которые отвечает данный сервис. Рассмотрим пример, представим, что имеется система по созданию заказов в магазине. Рассмотрим процесс оформления заказа, если бы данная система была монолитной (рисунок 1). При обработке запроса оформления заказа создается транзакция в БД, далее обновляется значение остатка денежных средств на счете в таблице покупателя, затем обновляется статус заказа в таблице с заказами, после чего происходит завершение транзакции и изменения применяются. Если какой-либо запрос не будет выполнен все изменения в БД будут отменены, если БД удовлетворяет требованиям атомарности транзакций.

Рассмотрим тот же самый процесс только в микросервисной архитектуре. Предположим, что у нас есть отдельно сервис покупателей, где хранится вся информация о покупателях, в том числе остаток на лицевом

счете, а информация о всех заказах хранится в сервисе заказов. Тогда для оформления заказа требуется выполнить сначала запрос в сервис покупателей и уменьшить остаток средств на лицевом счете, затем сделать запрос в сервис заказов и обновить статус заказа (рисунок 2).

Таким образом бизнес-транзакция на оформления заказа стала распределенной между несколькими БД. Став распределенной, транзакция перестала удовлетворять требованиям атомарности и изоляции. Если запрос на обновления статуса не будет выполнен, то баланс на счете покупателя не вернется в предыдущее значение. При этом, если в момент выполнения запроса на оформления заказа придет запрос на получение баланса покупателя, а запрос на обновления заказа еще не был выполнен, то система вернет уже обновленный баланс, хотя заказ еще не оформлен. Таким образом система приходит в несогласованное состояние.

Одним из возможных решений данной проблем является шаблон «Сага».

### Шаблон «Сага»

Суть шаблона «Сага», заключается в разбиении распределенной транзакции на последовательность локальных транзакций [3, с. 250]. При обновлении базы данных каждая локальная транзакция публикует сообщение, которое провоцирует выполнение следующей транзакции. Если локальная транзакция по каким-либо причинам

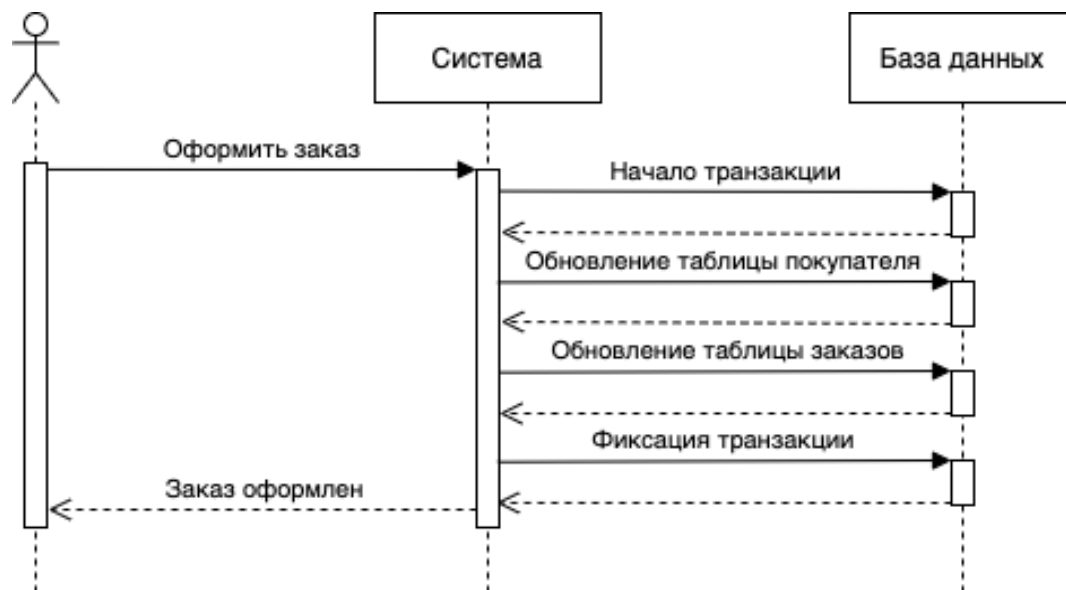


Рис. 1. Процесс оформления заказа в монолитной архитектуре

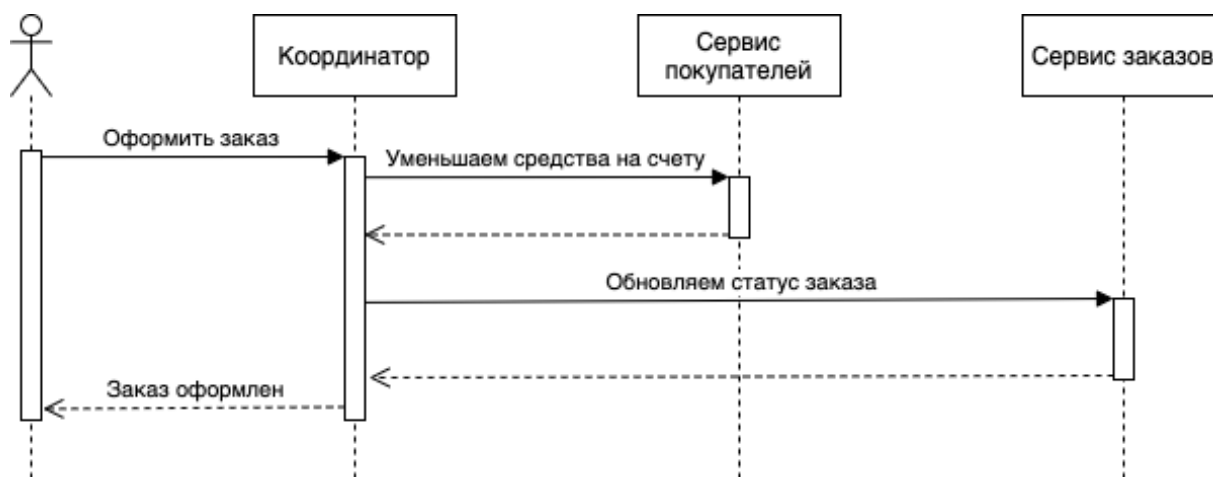


Рис. 2. Процесс оформления заказа в микросервисной архитектуре

не была выполнена, например баланс лицевого счета пользователя ушел в минус, запускается цепочка компенсирующих локальных транзакций, которые откатывают произошедшие изменения в предыдущих транзакциях.

Существует 2 метода координирования выполнения локальных транзакций в «Сагах»:

- ◆ Оркестрация
- ◆ Хореография

#### Оркеструемая «Сага»

В оркеструемой «Саге» существует объект оркестратор, который следит за выполнением каждой транзак-

ции и запускает следующие локальные транзакции или откатывает их с помощью компенсирующих транзакций. Этот объект может быть реализован как часть сервиса, в который приходит изначальный запрос, либо может быть отдельной сущностью.

Рассмотрим все тот же пример с оформлением заказа, но уже с использованием «Саги» (рисунок 4). При поступлении запроса в систему координатор создает «Сагу», которая выполняется асинхронно. При выполнении транзакции, координатор отправляет сообщение в сервис заказов и переводит статус заказа в «Оформляется», далее выполняется запрос в сервис покупателей, где снимаются средства со счета покупателя, «Сага» завер-

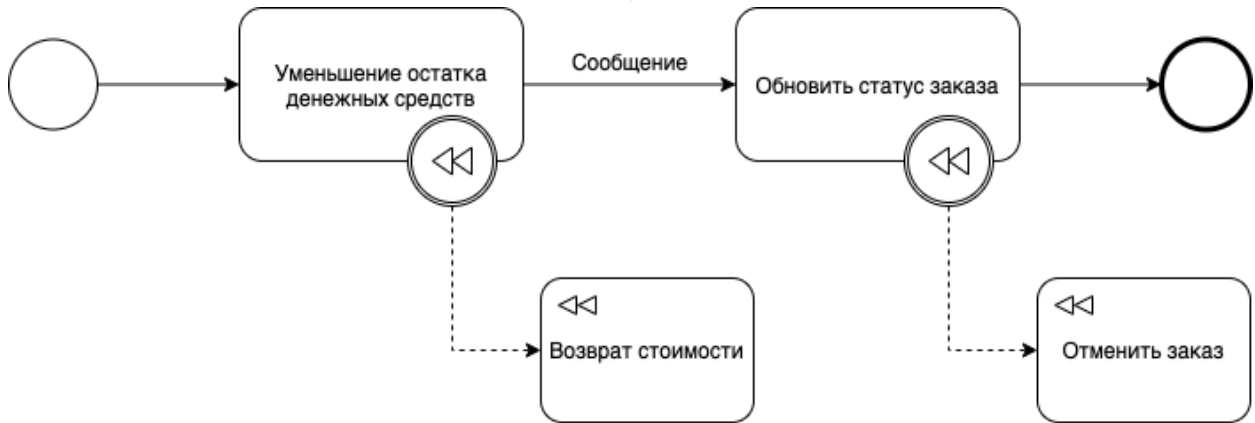


Рис. 3. «Сага» процесса оформления заказа

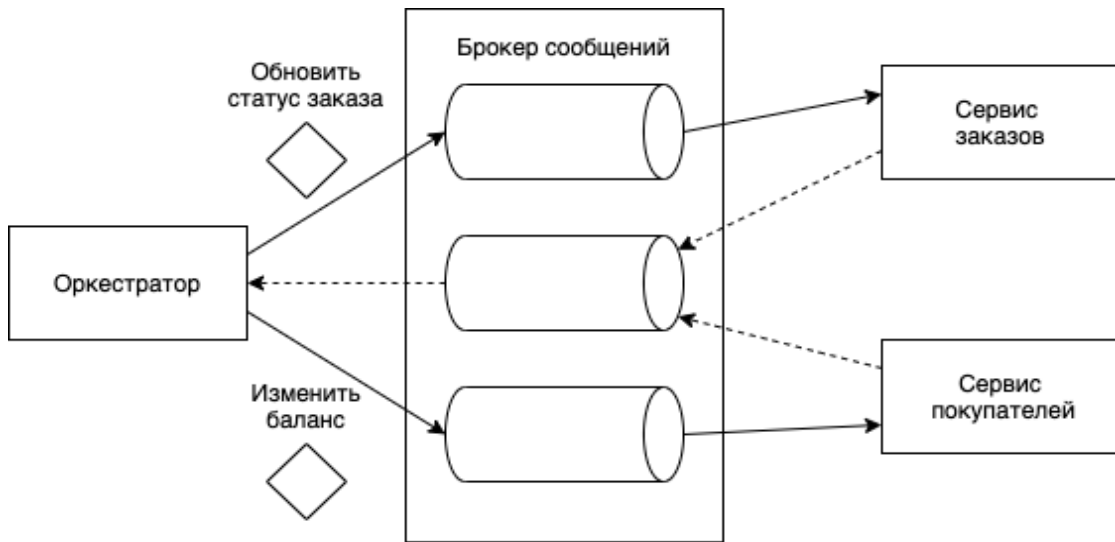


Рис. 4. Архитектура оркеструемой «Саги»

шается транзакцией, которая оформляет статус заказа в «Оформлен».

### Хореографическая «Сага»

В хореографическое «Саге» каждая локальная транзакция публикует событие, а сервисы, которые следуют за этой транзакцией самостоятельно подписываются на данное событие, при получении события выполняют свою локальную транзакцию и публикуют свое событие. Если транзакция не была выполнена, сервис отправляет событие об отмене транзакции, которое получает предыдущий сервис и откатывает свою транзакцию и также публикует событие, продолжая цепочку из компенсирующих транзакций. Для обмена событиями обычно используются брокеры сообщений.

Рассмотрим пример с оформлением заказа (рисунок 5). Сервис заказов переводит заказ в статус «Оформляется» и публикует событие об оформлении, сервис покупателей получает это событие и снимает средства с лицевого счета, и публикует событие об успешном снятии средств, сервис заказа получает это сообщение и переводит заказ в статус «Оформлен». Данный метод позволяет распараллелить выполнение локальных транзакций между микросервисами.

### Обработка ошибок

В системе при выполнении локальных транзакций могут возникать два типа ошибок: ошибки бизнес логики и технические ошибки. Ошибки бизнес логики возникают, когда локальную транзакцию невозможно выполнить из-за несоблюдения бизнес правил, например, не хватает



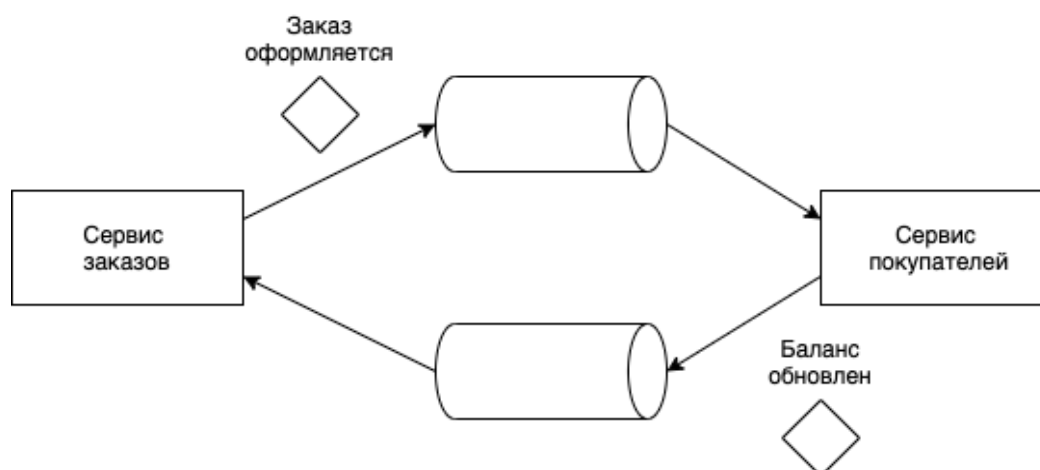


Рис. 5. Архитектура хореографической «Саги»

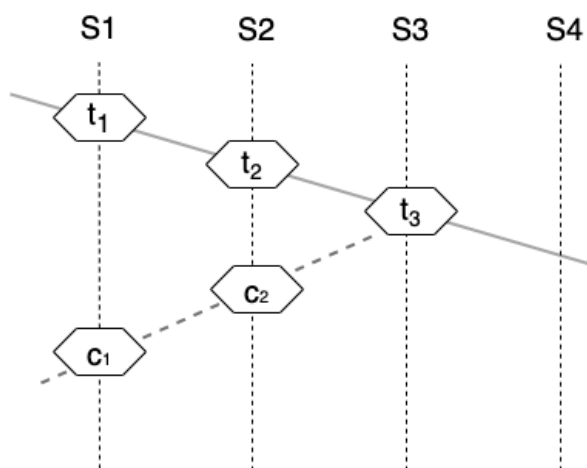


Рис. 6. Обработка ошибки при выполнении «Саги»

средств на счете клиента. Подобные ошибки должны сразу приводить к запуску цепочки компенсирующих транзакций. Рассмотрим пример, допустим имеется бизнес-транзакция, которая распределена между 4 микросервисами с локальными транзакциями. Таким образом «Сага» состоит из множества локальных транзакций  $T = \{t_i | i \in [1; 4]\}$ ,  $t_i$  — локальная транзакция в сервисе  $S_i$  и множества  $C = \{c_i | i \in [1; 4]\}$ ,  $c_i$  — локальная компенсирующая транзакция в сервисе  $S_i$ , после выполнения которой все изменения произведенные в соответствующей транзакции  $t_i$  должны быть отменены [2, с. 153]. Предположим, что данная «Сага» не смогла выполнить транзакцию  $t_3$ , далее координатор, в случае оркеструемой саги, должен последовательно выполнить транзакции  $c_2, c_1$  (рисунок 6).

Второй тип ошибок — технический, связан с тем, что все общение между микросервисами осуществляет-

ся по сети, где могут возникать временные проблемы с доступностью. Эти ошибки неизбежно будут возникать в распределенных системах и именно поэтому все транзакции, как прямые, так и компенсирующие, должны быть идемпотентными. Т.е. необходимо реализовать данные транзакции таким образом, чтобы их можно было повторно выполнить и получить тот же результат. Если условие идемпотентности выполняется, то при возникновении временных технических ошибок необходимо повторять выполнение транзакции, конечно используя механизмы сглаживания нагрузки, т.к. ошибка может возникать из-за перегрузки конкретного микросервиса. Если по каким-либо причинам при откате компенсирующая транзакция не может выполняться после определенного количества повторений, данную «Сагу» стоит пометить как «сломанную» и прекратить ее выполнение. Также рекомендуется настроить мониторинг на подоб-

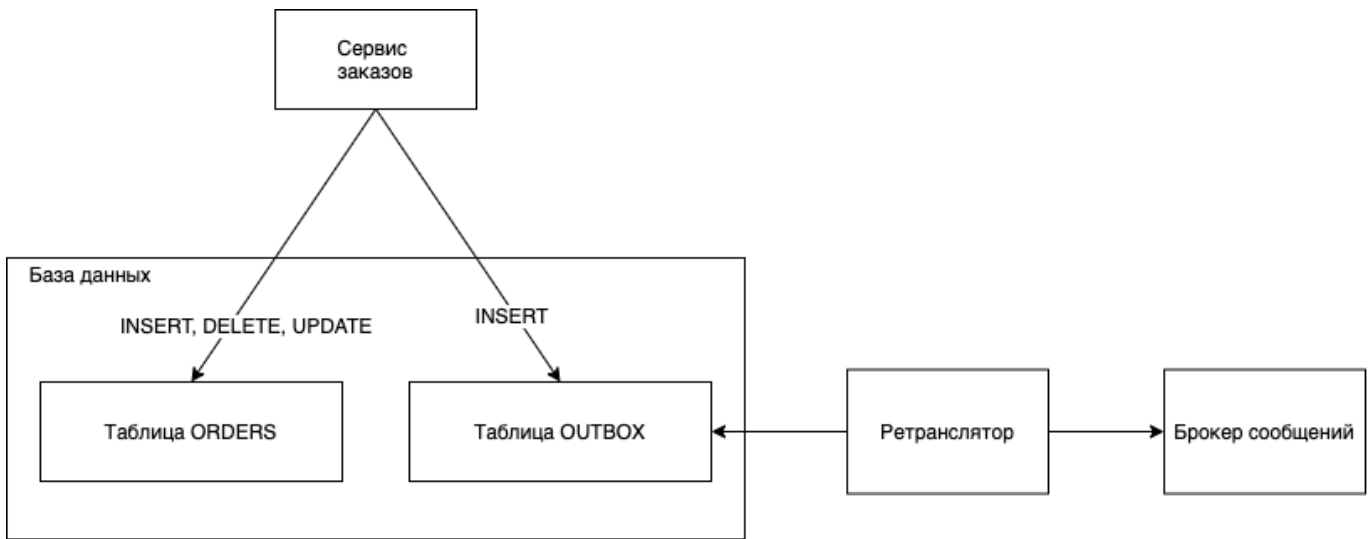


Рис. 7. Шаблон «Публикация событий»

ные «Саги», так как для их разрешения требуется ручное вмешательство разработчика. Чтобы не допускать подобных ситуации в реальной среде требуется покрыть автоматическими тестами каждую транзакцию, включая компенсирующие транзакции.

### Атомарная поставка сообщений в брокер

Так как в шаблоне «Сага» для передачи событий между микросервисами используется брокер сообщений. Как правило, брокер сообщений — это отдельный сервис, отличный от основной базы данных, например RabbitMQ, Apache Kafka, Amazon SQS и другие. Для того, чтобы согласованность данных в системе сохранялась, публикация сообщений в очередь должна быть согласована с локальной транзакцией, которая приводит к отправке сообщения в брокер. Если сообщение в очередь отправляется до завершения локальной транзакции, то сообщение отправится, хотя нет гарантии, что фиксирование транзакции в локальной БД выполнится успешно. В случае отката локальной транзакции, сообщение все равно попадет в очередь, что приведет к несогласованному изменению в следующем сервисе. Если отправлять сообщение после фиксации транзакции, то есть обратный риск, того, что транзакция будет зафиксирована, но сообщение не получится отправить, например, из-за временных проблем с доступностью.

Для решения данной проблемы существует шаблон «Публикация событий» [2, с. 133], его суть заключается в том, что в локальной БД создается таблица OUTBOX, которая играет роль локальной очереди. Вместо отправки сообщения напрямую в брокер, обработчик

запроса записывает событие в данную таблицу в одной транзакции с изменением бизнес-объектов. А отдельный процесс, называемый «ретранслятором», следит за новыми записями в таблице OUTBOX и гарантированно отправляет данные сообщение в брокер. Таким образом в брокере гарантированно окажутся только те события, которые были полностью применены в локально базе данных.

Но при использовании некоторых баз данных, с целью упрощения логики обработчика запросов, при условии, что основная часть транзакций приводит к публикации события, можно ретранслятор настроить на прямое чтение лога транзакций самой БД. В большинстве баз данных реализован свой механизм для чтения лога транзакций, например, в случае MySQL — это binlog, а в случае PostgreSQL — это WAL.

### Преимущества и недостатки использования «Саг»

Основным преимуществом данного подхода является то, что в отличие от двухфазного коммита, транзакция выполняется асинхронно, что особенно важно, когда количество микросервисов под одной бизнес транзакцией достаточно большое. Но при этом подходе систему становится гораздо сложнее тестировать и отлаживать. Важной особенностью является еще и то, что поскольку транзакция выполняется асинхронно, то согласованность наступает через какое-то время после начала транзакции. Таким образом при распределенных транзакциях реализованных с помощью «Саг» не выполняется условие изоляции, т.е. промежуточные результаты транзакций будут видны из других транзакций, что тоже

накладывает свои ограничения и вносит дополнительную сложность в реализации.

### Заключение

Таким образом, использование «Саг» позволяет сохранять согласованность в системах с большим количеством микросервисов, характерные для систем, раз-

рабатываемых в крупных компаниях. Данный подход является одним из наиболее привлекательных методов для реализации распределенных транзакций в микросервисной архитектуре. Однако нужно учитывать, что транзакции, реализованные данным способом, не удовлетворяют требованиям изоляции транзакций, и использование данного подхода требует адаптации процесса отладки и тестирования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ньюмен С. Создание микросервисов. Спб.: Питер, 2016. 304 с.
2. Ричардсон К. Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга. Спб.: Питер, 2019. 544 с.
3. Garcia-Molina H., Salem K. SAGAS. SIGMOD '87: Proceedings of the 1987 ACM SIGMOD international conference on Management of data. New York, United States: Association for Computing Machinery, 1987. pp. 249–259.

© Рубцов Дмитрий Викторович ( rubtsov.dmv@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Яндекс, здание офиса в Москве

## ОСОБЕННОСТИ И СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ МАРШРУТИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ AD HOC СЕТЯХ

### FEATURES AND WAYS TO ORGANIZE ROUTING IN WIRELESS SELF ORGANIZING AD HOC NETWORKS

*S. Savinov*

*Summary.* We consider the ways of organizing routing and the specifics of interaction by means of routing protocols in wireless self-organizing Ad Hoc networks.

*Keywords:* wireless self-organizing Ad Hoc networks, routing in Ad Hoc networks, ad Hoc network routing protocols.

**Савинов Сергей Владимирович**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Владимирский  
государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
conf-mail@bk.ru

*Аннотация.* Рассматриваются способы организации маршрутизации и специфика взаимодействия по средствам протоколов маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся Ad Hoc сетях.

*Ключевые слова:* беспроводные самоорганизующиеся Ad Hoc сети, маршрутизация в Ad Hoc сетях, протоколы маршрутизации Ad Hoc сетей.

**В** современной сфере использования информационных сетей телекоммуникаций особую роль занимают беспроводные самоорганизующиеся Ad Hoc сети. Благодаря использованию данного типа сетевой структуры удается оперативно организовать высокопроизводительную и эффективную сетевую инфраструктуру с точки зрения качества обмена данных с узлами сети, представляющими из себя мобильные комплексы, динамически изменяющие свое месторасположения. Организация эффективного обмена данных является основной задачей в процессе функционирования Ad Hoc сети.

Особенностью маршрутизации в Ad Hoc сетях является необходимость постоянного мониторинга сетевой абонентской структуры, т.к. может происходить добавление или удаление абонентских узлов сети, и при этом процесс определения маршрута до абонента производится динамически, используя информационные данные о структурных связях между абонентами, что позволяет обеспечить быстрое развертывание и использование сети практически в любой ситуации. Протоколы маршрутизации в Ad Hoc сетях должны соответствовать нескольким основным требованиям, а именно: обеспечение минимального времени поиска маршрута от узла-отправителя до узла-адресата вне зависимости от степени изменения сетевой структуры; производить оперативное обновление данных о маршрутизации; оказывать минимальное воздействие служебной информации на работу (пропускную способность) сети; производить поиск и восстановление поврежденных маршрутов; обеспечить возможность изменения размерности сетевой структуры без

потери качества организованных каналов для приема/передачи данных.

Маршрутизация в Ad Hoc сетях может классифицироваться по двум основным критериям: по критерию определения маршрута; по механизму формирования таблиц маршрутизации.

В свою очередь протоколы по механизму формирования таблицы маршрутизации делятся на три группы: проактивные (табличные), реактивные (по запросу) и гибридные (комбинация схем взаимодействия проактивных и реактивных протоколов).

Протоколы по определению маршрута представлены также тремя видами: протокол вектора расстояния; протокол со сложной метрикой; протокол географической маршрутизации.

Проактивные протоколы (табличные протоколы) маршрутизации в Ad Hoc сетях формируют маршрутизацию используя информацию, получаемую от специализированных служебных информационных сообщениях о состоянии структуры организованной топологии в используемой сети. Базируясь на полученной служебной информации о структуре каждый абонентский сетевой узел формирует необходимые пути маршрутизации до остальных сетевых узлов и производит добавление соответствующей записи в таблицу маршрутизации. Дальнейшее функционирование при получении пакета для абонента сети заключается в анализе и выборе наиболее короткого пути, который и будет являться наиболее оптимальным. Протоколы данной группы позволяют

обеспечить минимальное значение задержки приема/передачи данных ввиду использования заранее сформированной таблицы маршрутизации. Однако при использовании такого типа протоколов страдает пропускная способность организованной сети за счет постоянного опроса сетевых абонентских устройств. Представителями проактивных протоколов являются: DSDV; OLSR; FSR. Рассмотрим основные особенности данных приведенных выше протоколов.

Протокол DSDV (Destination-Sequenced Distance-Vector) использует принцип актуализации состояния маршрута для сетевых абонентов по средствам редактирования таблиц маршрутизации и поиска наименьшего значения переходов до каждого узла сети. При работе могут быть сформированы два типа пакетов: пакет, содержащий всю информацию о маршрутизации и пакет, содержащий только информацию, которая была изменена с момента последнего обновления данных. Пакеты с полной маршрутизацией формируются только в случае перемещения сетевого узла в абонентской структуре, которое определяется с помощью анализа служебных данных об обновлении маршрутов.

Протокол OLSR (Optimized Link-State Routing) является модифицированной версией протокола LSR (Link-State Routing) для возможности использования в беспроводных самоорганизующихся Ad Hoc сетях. Особенностью использования является применение нескольких сетевых узлов в качестве ретрансляторов, располагающихся на пути маршрутизации. Взаимодействие ретрансляторов обеспечивается путем использования служебных идентификационных сообщений, которые включают в себя данные о располагающихся рядом соседних узлах и возможность организации маршрута через них. Процесс маршрутизации постоянно использует операции ретрансляции в сети, и отправитель не имеет возможности проследить маршрут полностью, но при этом ретрансляция позволяет через соседние сетевые узлы найти более незагруженный в текущий момент маршрут.

Протокол FSR (Fisheye State Routing) представляет вариант иерархического протокола. Данный тип реактивного протокола был сформирован для возможности минимизировать степень загрузки пропускной способности сети специализированной служебной информацией о сетевых абонентах и сформированной сетевой структуре. Уменьшение количества служебных сообщений достигается за счет организации иерархических областей. В отличие от протокола OLSR обмен данными зависит от того как далеко искомая область находится от источника — чем дальше расположена область адресата, тем реже будут происходить посылки данных для обновления маршрутов, кроме того данный протокол обеспечи-

вает масштабирование сети с сохранением текущего количества специализированной служебной информации для организации маршрутизации, а также времени поиска необходимого маршрута до узла-адресата в искомой области.

Реактивные протоколы (протоколы по запросу) маршрутизации в Ad Hoc сетях в отличие от проактивных протоколов формируют маршруты до назначения только в случае выполнения запроса на прием/передачу данных. При необходимости выполнить запрос абонентским сетевым узлом-отправителем производится широковещательная рассылка специализированного запроса, предназначенное для узла-адресата, который в свою очередь при получении данного запроса отправляет ответное служебное сообщение с подтверждением нахождения искомого узла в сети. Ответное сообщение от адресата анализируется отправителем, формируя при этом новый маршрут в таблице маршрутизации. В случае если происходит повторный запрос для адресата, маршрут до которого уже существует в таблице маршрутизации, то сразу происходит прямая отправка данных без предварительного обмена служебными сообщениями. Если обнаруживается разрыв маршрута (изменение месторасположения сетевого абонента), то повторно формируется и исполняется алгоритм поиска нового маршрута до сетевого узла-адресата. Преимуществом данного протокола является то, что процесс определения маршрута практически не оказывает влияния на пропускную способность сети. Недостатком является большая задержка при формировании маршрута до узла-адресата и добавление его в таблицу маршрутизации. Представителями реактивных протоколов являются: DSR, AODV.

Протокол DSR (Dynamic Source Routing) был разработан для применения в сетях небольшой размерности и с малым количеством сетевых узлов. При работе протокол используют две специализированные фазы: фаза поиска адресата; фаза поддержки маршрута. Фаза поиска заключается в формировании запроса для установления маршрута и формировании целевого ответного пакета, содержащего маршрут от отправителя до адресата. По пути следования пакета через узлы-ретрансляторы происходит включение идентификатора узла, через который проходит пакет, а затем передача отредактированного пакета следующему узлу. В процессе прохода по структуре сети обеспечивается поиск необходимого узла или узла-ретранслятора, который уже содержит в себе информацию о маршруте до адресата. Если данный протокол используется в сетях, где не происходит частого изменения расположения сетевых узлов, то обеспечивается высокая эффективность поиска маршрута, однако, как только изменяется структура, то сразу увеличивается время поиска маршрута, аналогичное происхо-

дит если в структуре сети присутствует большое количество абонентских узлов.

Протокол AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector) в отличие от DSR был разработан для сетей любой размерности и динамической сложности структуры, за счет совместного применения протоколов DSR и DSDV. Благодаря использованию методов из протокола DSDV всегда имеется информация о соседних узлах-ретрансляторах, которые позволяют значительно уменьшить время поиска маршрута. Преимуществом является минимальное количество переходов между областями абонентов, а также использование списка произведенных опросов абонентов вместо полной информации о маршрутизации, за счет чего уменьшается время поиска. Недостатком является большое значение задержки при первом формировании маршрутизации, т.к. используются и широковещательные рассылки, и фазы поиска и поддержки маршрута.

Гибридные протоколы (комбинированные протоколы) маршрутизации в Ad Hoc применяют совместное использование методов из проактивных и реактивных протоколов. Принцип работы данного типа протоколов заключается в выделении нескольких более мелких структур подсетей из общей структуры, организованной Ad Hoc сети. В получившихся подсетях в качестве основного протокола используют проактивный протокол, а для обеспечения коммутации между подсетями уже используется реактивные протоколы. Такое совместное применение разных типов протоколов позволяет обеспечить эффективный поиск маршрута до адресата в сетях большой размерности, ввиду того что, при получении запроса на прием/передачу данных адресату, необходимо знать лишь маршрут для подсети, где он находится, в не весь маршрут от отправителя до адресата. Пропускная способность сети в случае применения данного типа протоколов также не страдает, т.к. служебная информация о наличии/отсутствии присутствует только в подсетях. Поиск по таблице маршрутизации также занимает мало времени, т.к. происходит взаимодействие с группами подсетей, маршрут до которых был сформирован реактивным протоколом. Представителями гибридных протоколов являются: ZRP, LANMAR.

Протокол ZRP (Zone Routing Protocol) как правило предназначается для обеспечения функционирования маршрутизации в сетевой структуре, в которой абонентские сетевые узлы расположены разреженно. При использовании ZRP вся сеть разделяется на некоторое количество зон маршрутизации. Организация поиска оптимального маршрута в выделенной зоне обеспечивается по средствам проактивного протокола. Непосредственно сам выбор оптимального маршрута производится за счет анализа количества переходов

от соседних узлов до узла-адреса в данной выделенной области. Ключевой особенностью поиска адресата вне выделенной зоны является то, что обеспечивается опрос всех сетевых узлов по периметру нахождения в текущей зоне, именно это позволяет уменьшить нагрузку на пропускную способность сети за счет минимизации количества рассылок специализированной служебной информации, используемой для актуализации данных о маршруте. В своем составе протокол ZRP включает два протокола в соответствии с областью взаимодействия, это протокол IARP (Intrazone Routing Protocol) — внутрizonный протокол маршрутизации; и протокол IERP (Interzone Routing Protocol) — межзональный протокол, целью которого является выбор необходимой выделенной зоны в которой находится искомым адресат, при нахождении узла-отправителя и узла-адресата в разных зонах сети.

Протокол LANMAR (Landmark Routing Protocol) позволяет сформировать сетевые узлы в группы. Формирование данных групп происходит за счет принадлежности абонентских узлов к одному направлению передвижения. Особенностью функционирования является то, что выделенная группа представляется одним узлом — назначается динамически в начальном процессе формирования структуры для сетевого взаимодействия, являющимся реперной точкой при осуществлении пересылки данных. Сам принцип маршрутизации является модифицированным протоколом FSR, отличием от которого выступает состав структуры сети: опорные абонентские узлы и выделенные в подсети узлы-ретрансляторы.

Кроме вышеперечисленных протоколов маршрутизации в настоящее время активно внедряются протоколы маршрутизации, которые обрабатывают данные о текущем географическом местоположении узлов сети, которые получены путем использования различного рода навигационных систем позиционирования объектов. Данный тип протоколов относится к типу LAP (Location Aware Protocols). Примерами таких протоколов выступают: LAR, DREAM.

Протокол LAR (Location Aided Routing) использует анализ приблизительного расположения абонентского узла, формируя при этом предполагаемую область, ограниченную небольшим количеством соседних «абонентских» узлов. Отправка пакетов организуется только в направлении выделенной области адресата, а не на весь объем сетевой структуры. Широковещательная рассылка специализированной служебной информации производится исключительно в случае отсутствия данных о местоположении абонентского узла-адресата. Преимуществом использования данного протокола является высокие показатели связанности сети.

Протокол DREAM (Distance Routing Effect Algorithm for Mobility) совместно использует проактивные и реактивные методы с использованием данных о географическом местоположении и скорости изменения сетевых абонентских позиций. В процессе работы имеется закономерность относительно удаленности и обновления данных: чем дальше находится узел, тем реже производится обновление информации о маршрутизации. Каждый сетевой узел производит отправку специализированных служебных сообщений, анализируя данные о скорости перемещения, чем чаще происходит изменение позиции, тем чаще происходит обновление данных. Из всех реактивных протоколов именно DREAM позво-

ляет достигнуть минимального значения задержки при инициализации процесса маршрутизации, а также минимизировать влияние служебных сообщений на пропускную способность сети.

В результате были рассмотрены способы организации и особенности протоколов маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся Ad Hoc сетях. Проанализировав существующие протоколы можно произвести выбор наиболее оптимального и эффективного протокола маршрутизации, учитывая характер применяемых технологий сетевого проектирования и требуемые характеристики для текущих сетевых абонентских устройств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Azzedine Boukerche. Algorithms and protocols for wireless, mobile ad hoc networks. — New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009—495 p.
2. Ляхов А.И., Пустогаров И. А., Гудилов А. С. Проблема неравномерного распределения пропускной способности канала в сетях IEEE802.11 // Информационные процессы. — 2008 — Т. 8, № 3 — С. 149–167.
3. Julian Hsu Bhatia. Performance of Mobile Ad hoc Networking Routing Protocols in Large Scale Scenarios / Julian Hsu Bhatia, S. Tang, K. Bagrodia, R. Acriche // IEEE Military Communications Conference. — 2004 — Vol. 1 — P. 21–27.
4. Б. Пол, М. Ибрахим, М. Бикас, А. Насер. 2012 Экспериментальный анализ соединений в протоколах AODV и DSR по сравнению с TCP и CBR в условиях различной скорости и плотности узлов VANET.
5. IEEE802.11s STANDARD for Information Technology — Telecommunications and information exchange between systems — Local and metropolitan area networks — Specific requirements — Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications Amendment: Mesh Networking [Electronic resource], 2011
6. Джонсон Д., Гу Й., Мальц Д. (2007). Протокол маршрутизации DSR для мобильных ad hoc сетей. RFC4728.
7. Carlos de Moraes Cordeiro. Ad hoc & Sensor Networks, Theory and Applications / Carlos de Moraes Cordeiro, Dharma Prakash Agrawal. — Singapore: World Scientific Publishing Co, 2006—642 p.
8. Perkins Charles E., Bhagwat Pravin. DSDV Routing over a Multihop Wireless Network of Mobile Computers // Ad Hoc Networking / Ed. by Charles E. Perkins. — Addison-Wesley, 2001 — P. 53–74.
9. М. Сабанани, Р.А.Х.А.С. Раэд, А. Х. Аль-Сакур, Куркуши. 2014 Расширенный протокол маршрутизации AODV для сетей Manet. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Т. 9, стр. 153–159.

© Савинов Сергей Владимирович ( conf-mail@bk.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ВОЗМОЖНОСТЯМ СИСТЕМЫ ПОМОЩИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ФОРМИРОВАНИЯ СМЕСИ

## DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS FOR THE FUNCTIONALITY OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SOLVING PROBLEMS OF MIXTURE FORMATION

*E. Terentyeva*

*Summary.* The problem of heterogeneity of the mix of raw materials for production is not unique. Various methods are developed and applied to solve this problem. Some of them relate to updating the technical base of the enterprise and changing the structure of workshops, while others suggest solving the problem without large material solutions and using mathematical methods. This article analyzes new and existing ways to align the composition of the mixture by chemical parameters and develop minimum functional requirements for the decision-making assistance system.

*Keywords:* stack, charge, warehouse, normalization, alignment.

**Терентьева Екатерина Вячеславовна**  
Аспирант, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный университет»  
ecaterena.terentyeva@yandex.ru

*Аннотация.* Проблема неоднородности смеси сырья для производства не является уникальной. Для решения этой проблемы разрабатывают и применяют различные методы. Некоторые из них относятся к обновлению технической базы предприятия и изменению структуры цехов, другие — предлагают решить проблему без больших материальных решений и использовать математические методы. В данной статье проводится анализ новых и имеющихся способов выравнивание состава смеси по химическим показателям и выработка минимальных функциональных требований к системе помощи принятия решений.

*Ключевые слова:* штабель, шихта, склад, нормализация, выравнивание.

**Ш**ихта — это важный элемент производства металла, стекла. Под понятие «шихта» понимают однородную смесь материалов, которые распределяются в соответствии с требуемыми качественными характеристиками конечной продукции. Любая неоднородность по химическому составу заготовленной смеси очень сильно влияет на результат и может привести к браку.

Поэтому в металлургической промышленности подготовка шихты является важным этапом производства. Важность подготовки шихты велика из-за того, что неоднородность химического состава шихты крайне отрицательно влияет на показатели доменного процесса.

Одним из наиболее распространённых и эффективных методов выравнивания сырья — это использование складов усреднения. Данный метод предполагает, что сырье укладывается в штабеля. Данные штабеля надо формировать так, чтобы показатели качества результирующей смеси практически не менялись на всей протяжённости штабеля.

Штабеля могут иметь различную форму, но самая распространённая форма для штабеля — это треуголь-

ная призма или призма с усечённым верхом так, чтобы в разрезе получалась трапеция.

Хоть и чаще формируют штабеля с прямоугольными или скругленными по концам прямоугольника основаниями, формируют также круговые (форма — конус или усеченный конус) и кольцевые штабеля (форма — замкнутое кольцо или часть кольца 300° по дуге окружности, треугольного и трапецеидального сечения).

Призменные штабеля могут достигать до 100 метров в ширину, до 400 — в длину и до 20 метров в высоту. Минимальные размеры такого штабеля — это как правило 20 метров в ширину, 250 метров в длину и 15 метров в высоту. Объем загружаемого сырья может достигать до 300000 тонн. Обычно для призмобразных штабелей рекомендуется выбирать длину больше ширины в 6 и более раз [1].

Кроме того, что штабеля могут иметь разную форму, для их укладки используют различные способы. Так призмобразные штабеля часто укладываются шевронным способом — v-образным способом. По мере роста объёма штабеля толщина слоёв, растекающихся по боковым



граням призмы, уменьшается. Основным недостатком шевронной укладки является значительная сегрегация материала, которая особенно проявляется при неклассифицированном (неотсортированном по крупности) материале. Из-за особенностей шевронного способа он используется только для штабеля с треугольным сечением.

При укладке сырья полосами точка ссыпания материала с укладчика перемещается как в продольном (при укладке каждой полосы), так и в поперечном (при укладке последующих полос) по отношению к оси штабеля направлениях. Первый слой материала укладывают на основание (подошву) склада в виде нескольких призм (полос), а последующие слои — во впадины предыдущего слоя. Применяют также комбинированный способ укладки — в пределах всего штабеля материал укладывают полосами, а в пределах каждой полосы — шевронным способом.

Полосами укладывают штабеля как треугольного, так и трапецеидального сечения.

Недостатком многорядного способа укладки является то, что необходимо проделывать большое число перемещений точки ссыпания материала, а это усложняет конструкцию штабелеукладчика и автоматизацию его работы. Однако, степень усреднения материалов при таком способе укладки значительно выше, чем при шевронном.

Большинство штабелеукладчиков работает, передвигаясь вперед и назад с разной скоростью, обеспечивая укладку материала слоями одинаковой толщины.

Каждая из рассмотренных конструкций штабелеукладчиков имеет свои достоинства и недостатки. Выбор оборудования для укладки должен производиться с учетом гранулометрического состава конкретного материала, требований к качеству усреднения, пропускной способности склада и его планировки.

Для уменьшения колебаний качественных характеристик сырья в штабелях, создания шихты необходимого качества и уменьшении энергетических затрат постоянно разрабатываются новые методы, системы и технологии.

Так, например, ПАО «Северсталь» предложила свой способ формирования качества шихты с заданными показателями горячей плотности. Их изобретение используется для подбора угольных шихт для коксования. Основным показателем при расчётах является «горячая» прочность CSR. «Рецепт» смеси формируется исходя из показателей горячей прочности CSR металлургического кокса и показателя горячей прочности CSR каждого из компонентов шихты. Данные показатели получают после коксования каждого компонента отдельно. Кор-

рекция доли осуществляется в зависимости от значения разности между заданным и расчётным показателями горячей прочности CSR, определяемого по формуле изобретения [2]. Данный метод может использоваться на предприятии без особо крупных финансовых вложений так как позволяет использовать уже установленное оборудование, и не требует кардинальной перестройки складов, хранилищ или оборудования для формирования шихты.

Также был разработан способ подготовки агломерационной шихты, который регламентирует усреднение через штабель. Так предполагается, что железорудный концентрат, шламы мокрой газоочистки и колошниковая пыль, смешивают и окомковывают совместно. В то же время прокатная окалина вместе с рудой усредняется, потом смешивается известняком и топливом. А после этого полученная смесь подаётся в конце процесса окомкования [3].

Помимо математических методов и методов, которые предполагают изменения самого процесса формирования шихты, ведутся разработки и создаются новые устройства для этих целей.

Например, «Борский стекольный завод» в 1998 году предложил новое устройство для дозирования высокогигроскопичных компонентов стекольной шихты. Данное устройство содержит бункер весового дозатора, снабженный мешалкой вертикального действия. Также в устройстве вращаемый диск мешалки имеет два ворошителя. Особенность этого диска в том, что он также играет роль перегородки, разделяющей бункер дозатора на две части. Согласно изобретению подобное решение предотвращает сводообразование в бункере дозатора. Ещё одна особенность изобретения заключается в винтах шнекового питателя разгрузки, которые выполнены по длине, но с разным внутренним диаметром, а их лопасти установлены с возможностью захода их лопастей в рабочее пространство друг друга [4].

Таким образом формирование сырья по каким-либо параметрам может проводиться как и с изменением способов, так с изменением устройств или внедрением математических методов.

Внедрение новых способов или устройств сопряжено с большими затратами, которые вызваны финансовыми затратами на закупку нового оборудования и его компонентов, затратами на внедрение и настройку систем. Кроме этого на внедрение абсолютно новых способов и устройств может потребоваться привлечение нового персонала или отвлечение от работы имеющегося, и может вызвать остановку работы отряда, подразделения или целого цеха предприятия на некоторое время.

В тоже время внедрение информационных систем оптимизации уже устоявшихся процессов на предприятии с применением математических методов должны обходиться дешевле. Из-за того, что данный способ решения проблем не ломает наложенный процесс и не требует кардинальных изменений. Так эти проблемы можно решать с помощью методов имитационного моделирования, линейного и нелинейного программирования и прочих методов статистики.

Для создания системы помощи при составлении штабеля необходимо определиться какой результат необходимо получить и какие функции должны быть у системы.

Практически на каждом производстве сырье поступает от нескольких поставщиков, данное сырье добывается в различных источниках полезных ископаемых. При этом качественные и химические показатели могут меняться в течении времени в зависимости от сезона, уровня выработки источника сырья, работы усредняющих методов на добывающих предприятиях. Поэтому необходимо иметь данные о характеристиках поступающего сырья при каждом поступлении.

Для принятия решения о закладке того или иного сырья в определённую точку штабеля специалист должен иметь возможность оценить качество сырья быстро и эффективно. Во-первых, специалист должен иметь возможность быстро добавить новые данные. Во-вторых, он должен иметь возможность быстро оценить качество сырья по химическим параметрам.

Кроме этого, любое формирование штабеля ограничено техническими возможностями для укладки. Так есть ограничения на длину штабеля, ширину штабеля, высоту штабелей или количество порций сырья, которые можно уложить на каждой отметке штабеля. Подобные ограничения есть на каждом производстве вне зависимости от способа укладки штабеля.

Но возможно, что со временем размеры штабеля могут меняться. Также должны и меняться требования к химическому составу шихты на отметках.

Таким образом разрабатываемая система должна предоставлять пользователю возможность:

1. импортировать данные с персонального компьютера пользователя;
2. указывать физико-химические параметры штабеля;
3. быстрого обзора компонентов смеси по химическим показателям;
4. быстрого обзора компонентов по источникам сырья;
5. быстрого обзора компонентов по поставщикам сырья.

Этот список представляет из себя обобщённые минимальные требования к функциональности системы. Данный список предоставляется будущему пользователю для уточнения характеристик оборудования, участвующего в формировании штабеля, уточнения вида и элементов управления системы, её функций. На основе его требований разрабатывается дизайн интерфейса для системы помощи принятия решений для решения задач формирования штабелей. Данный дизайн может измениться после внешнего тестирования в зависимости от требований пользователя к элементам управления, удобства просмотра информации или изменения списка минимальных функций и возможностей.

Внедрение системы помощи принятия решения при укладке сырья позволит не менять общую структуру склада, не будет требовать материальных затрат, в том числе переоборудование, снизит материальные затраты и улучшит общую характеристику производимого продукта за счет увеличения однородности смеси исходных материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Способы усреднения и современное усреднительное оборудование [Электронный ресурс] URL: <https://mydocx.ru/8-99880.html> (дата обращения: 09.02.2020).
2. Виноградов Е.Н., Карунова Е. В., Калько А. А., Гуркин М. А., Волков Е. А., Способ формирования шихты для получения металлургического кокса с заданным показателем горячей плотности CSR RU2608524C1 МПК С10В57/04(2006.01) 2017.01.19 ПАО «Северсталь»
3. Гельштейн Г.М., Долженко Ю.Л., Суриков К.В., Добромиров Ю.Л., Сидорский А. В., Яценко В. А., Добромиров В. Л., Способ подготовки агломерационной шихты // Научно-производственное предприятие «Экомет», Патент России RU2009220C1. 15.03.1994.
4. Ефременков В.В., Березин В. Н., Рожков В. С., Максимов В. В., Рыбин В. И., Устройство для дозирования высококигроскопических компонентов стекольной шихты // Акционерное общество «Борский стекольный завод», Патент России № 2105732. 27.02.1998.

© Терентьева Екатерина Вячеславовна (ecaterena.terentjeva@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ГРАФА ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

## THE IMPLEMENTATION OF THE COMPUTATIONAL GRAPH FOR PARALLEL COMPUTING

**D. Chaikovsky  
N. Gulevich  
E. Pchelinceva**

*Summary.* The subject of research is the analysis of software implementations of a computational graph in C++ using the Cpp libraries-Taskflow, Task dependency of the OpenMP standard and Intel Threading Building Blocks (TBB). The features of the software implementation of the computational graph using the open source library Cpp-Taskflow, which is written for C++, are considered. The relevance of the research is determined by the wide spread of big data processing technologies, parallel programming and the need to study and create appropriate tools, including for the software implementation of computational graphs. The paper identifies the main limitations faced by developers of parallel programs. Conclusions are made that the implementation of a computational graph in Cpp-Taskflow has advantages over existing tools.

*Keywords:* parallel computing, parallel programming, computational graph, dataflow architecture, app-Taskflow library, parallel programming on Cpp, object-oriented programming, OpenMP, Intel TBB, methods describing parallelism.

**Чайковский Дмитрий Станиславович**

*К.ф.-м.н., доцент, Саратовская государственная  
юридическая академия  
chaikovskyds@gmail.com*

**Гулевич Наталья Анатольевна**

*К.т.н., доцент, Саратовский государственный  
технический университет  
gulevich005@mail.ru*

**Пчелинцева Елена Германовна**

*К.с.н., доцент, Саратовский государственный  
технический университет  
alenapchelka@gmail.com*

*Аннотация.* Предметом исследования работы является анализ программных реализаций вычислительного графа в среде C++ средствами библиотек Cpp-Taskflow, Task dependency стандарта OpenMP и Intel Threading Building Blocks (TBB). Рассмотрены особенности программной реализации вычислительного графа средствами библиотеки с открытым исходным кодом Cpp-Taskflow, которая написана для C++. Актуальность исследования определяется широким распространением технологий обработки больших данных, параллельного программирования и необходимостью изучения и создания соответствующих средств, в том числе для программной реализации вычислительных графов. В работе выявлены основные ограничения, с которыми сталкиваются разработчики параллельных программ. Сформулированы выводы о том, что реализация вычислительного графа в Cpp-Taskflow обладает преимуществами перед существующими средствами.

*Ключевые слова:* параллельные вычисления, параллельное программирование, вычислительный граф, dataflow-архитектура, библиотека Cpp-Taskflow, программирование в Cpp, объектно-ориентированное программирование, OpenMP, Intel TBB, методы описания параллелизма.

## Введение

**В** настоящее время, параллельные вычисления из узконаправленной дисциплины трансформировались в обязательные знания для разработчика современного программного обеспечения.

Совершенствование методов программного описания параллелизма сложных процессов и систем является основной задачей в параллельном программировании [1].

Колоссальные объемы данных, которые генерируют всевозможные устройства и средства их обработки получили название «большие данные». Технологии об-

работки больших данных неразрывно связаны с параллельными вычислениями. Такие мощные методы обработки больших данных, как Google.MapReduce и Apache Hadoop базируются на параллельных вычислениях [2].

В параллельном программировании, успешно развивается система, основанная на передаче сообщений. Она является одним из способов организации взаимодействия элементов в параллельных вычислениях и в объектно-ориентированном программировании. В роли сообщений могут выступать данные или управляющие сигналы. Такую систему можно представить в виде узлов, которые обрабатывают сообщения и набора связей между ними. Такая модель получила название вычислительный граф [3, 4].

Вычислительный граф обеспечивает взаимосвязь между задачами и позволяет реализовать dataflow-архитектуру [5].

Архитектура dataflow представляет собой управление потоком данных, в котором отсутствуют последовательные инструкции. Программа, написанная в такой системе, представляет собой вычислительный граф, а не набор команд. В системах dataflow передача и хранение данных осуществляется с помощью токенов, которые можно рассматривать как структуру, состоящую из передаваемого значения и указателя узла назначения (метки).

К достоинству dataflow-архитектуры можно отнести ее масштабируемость. Устройства объединяются коммутаторами, а узлы равномерно распределяются между устройствами. Архитектура с управлением потоком данных может быть статической и динамической. В статической модели потоковых вычислений каждый узел существует в единственном экземпляре, а количество узлов и токенов заранее определено. Динамическая модель потоковых вычислений может содержать узлы, которые имеют некое количество экземпляров. Токен содержит дополнительный параметр, необходимый для идентификации, при адресации в разные экземпляры одного узла. В динамической архитектуре становится возможным создание рекурсий, процедур и распараллеливание циклов. Распараллеливание циклов возможно, если отсутствует зависимость от данных.

В настоящее время широкое распространение получили программные реализации вычислительного графа в среде C++ с помощью функций библиотек OpenMP — Task dependency и Intel Threading Building Blocks (TBB) — Flow Graph [6, 7]. Однако, есть множество ограничений в их использовании. Например, OpenMP использует статические описания задач с последовательным выполнением, что усложняет обработку динамических потоков, где структура графа неизвестна во время программирования. В TBB описание графа задач реализуется достаточно сложно и часто приводит к большому количеству строк кода, чтение и отладка которых достаточно трудоемки.

### Построение вычислительного графа в Cpp-Taskflow

Рассмотрим возможности библиотеки с открытым исходным кодом Cpp-Taskflow для среды C++, которая позволяет писать параллельные программы с использованием графов зависимостей [8].

Библиотека Cpp-Taskflow использует возможности языка C++ 17, это позволяет задействовать новые функции C++ при написании параллельных программ. Язык описания

графов в Cpp-Taskflow позволяет создавать статические и динамические графовые конструкции при написании параллельных алгоритмов. Приведем пример программы с использованием Cpp-Taskflow, в которой, создадим граф зависимостей из четырех задач, A, B, C, D. Введем ограничения: задача A выполняется до задачи B и задачи C, а задача D выполняется после задачи B и задачи C.

В начале создается объект для генерации задач: «tf::Taskflow tf;». Объект «taskflow» позволяет создавать графы зависимостей задач и отправлять их в потоки для выполнения.

Затем генерируется задача A:

```
tf::Task A = tf.emplace([](){std::cout << «Task A» << std::endl;});»
```

Создание и обработка задачи могут быть написаны отдельно:

```
tf::Task A = tf.emplace([]{}); A.work([] () {std::cout << «Task A» << std::endl;});»
```

Метод «emplace» создает задачу из заданного вызываемого объекта. Причем, можно создавать несколько задач одновременно:

```
tf::Task A = tf.emplace([](){std::cout << «Task A» << std::endl;});
tf::Task B = tf.emplace([](){std::cout << «Task B» << std::endl;});
tf::Task C = tf.emplace([](){std::cout << «Task C» << std::endl;});
tf::Task D = tf.emplace([](){std::cout << «Task D» << std::endl;});»
```

Задачи также можно создавать в совокупности, следующим образом:

```
«auto [A, B, C, D] = tf.emplace(
[] () {std::cout << «Task A» << std::endl;},
[] () {std::cout << «Task B» << std::endl;},
[] () {std::cout << «Task C» << std::endl;},
[] () {std::cout << «Task D» << std::endl;});»
```

Каждый раз, когда создается задача, объект «taskflow» добавляет узел к существующему графу и возвращает дескриптор задачи. Дескриптором задачи являются объекты класса, которые заключают определенный узел. Каждый узел имеет универсальную оболочку для хранения и вызова любой задачи.

После того, как задачи будут созданы, следующим шагом является добавление зависимостей. Зависи-

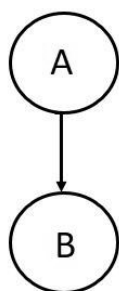


Рис. 1. Порядок обработки задач A и B

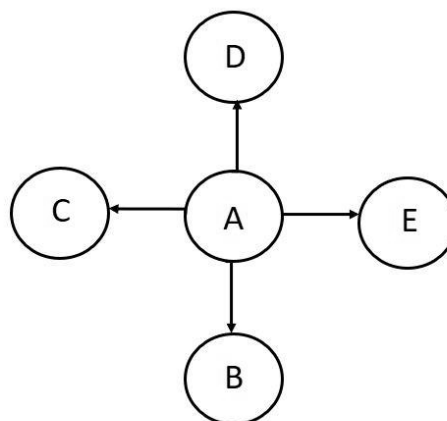


Рис. 2. Задачи B, C, D, E обрабатываются параллельно после задачи A

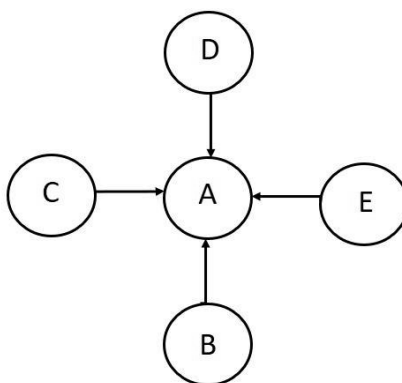


Рис. 3. Задачи B, C, D, E обрабатываются параллельно перед задачей A

мость задачи — это направленное ребро от задачи A к задаче B таким образом, что задача A выполняется перед задачей B. Иными словами, узел B не будет вызывать свою задачу, пока узел A не завершит свою задачу.

Рассмотрим различные формы записи обработки задач.

Существуют две формы записи реализации, изображенной на рис. 1: задача A запускается перед задачей B: «A.precede(B);»; задача B запускается после задачи A:

«B.gather(A);».

Данная форма записи применима и ко множеству задач (рис. 2).

Схема, изображенная на рис. 2 записывается следующим образом:

«A.precede(B, C, D, E);»

Аналогичным образом можно записать решение задачи A после параллельной обработки задач B, C, D и E (рис. 3).

Схема, изображенная на рис. 3 записывается: «A.gather(B, C, D, E);».

Отладка параллельной программы, написанной с помощью Cpp-Taskflow достаточно проста. Программист может визуализировать поток каждой задачи. Покажем это на примере.

Например, есть следующая задача:

```

#include «./taskflow/taskflow.hpp»
int main(){
    tf::Taskflow tf; tf::Task A = tf.emplace([] () {}).name("A");
    tf::Task B = tf.emplace([] () {}).name("B");
}
    
```

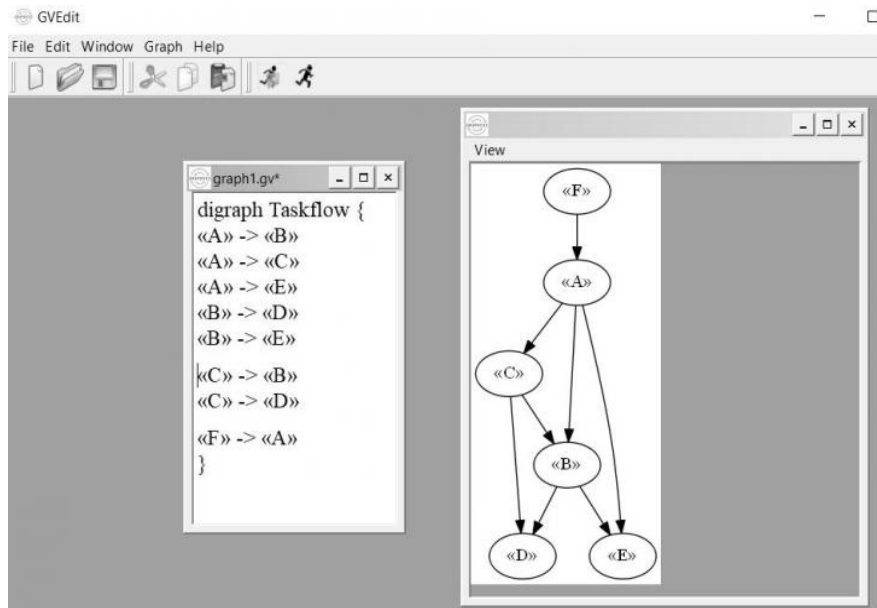


Рис. 4. Визуализация графов с помощью программы GraphViz

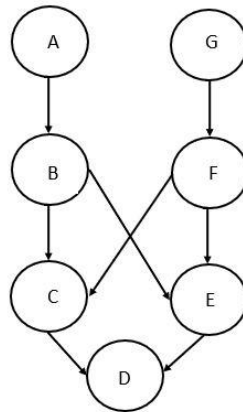


Рис. 5. Граф, состоящий из семи задач и восьми зависимостей

```
tf::Task C = tf.emplace([] () {}).name("C");
tf::Task D = tf.emplace([] () {}).name("D");
tf::Task E = tf.emplace([] () {}).name("E");
tf::Task F = tf.emplace([] () {}).name("F");
A.precede(B, C, E);
C.precede(B, D);
B.precede(D, E);
F.precede(A);
tf.dump(std::cout);
return 0;».
```

Дамп текущего графа задач генерируется с помощью команды «tf.dump(std::cout);» и выглядит следующим образом:

```
«digraph Taskflow {«A» -> «B» «A» -> «C» «A» -> «E» «B» -> «D» «B» -> «E» «C» -> «B» «C» -> «D» «F» -> «A»}».
```

Для того, чтобы нарисовать диаграммы из сгенерированного кода можно использовать программу GraphViz [9] или аналогичные [10], которые представляют собой набор средств по автоматической визуализации графов (рис. 4).

Вышеописанный пример демонстрирует возможность визуализации потока задач, что позволяет программисту находить ошибки на ранней стадии и ускорять процесс отладки кода.

Библиотека Cpp-Taskflow позволяет реализовать различные методы распараллеливания: параллельные циклы, алгоритмы графов и динамические потоки.

Библиотека имеет унифицированный интерфейс как для статических, так и для динамических задач. В Cpp-

Таблица 1. Сравнение программных реализаций графа, изображенного на рис. 5.

Cpp-Taskflow	OpenMP	ТВВ
<pre>tf::Taskflow tf; auto [g, f, e, d, a, b, c] = tf.emplace( [] () {std:: cout &lt;&lt; "g\n ";}, [] () {std:: cout &lt;&lt; "f\n ";}, [] () {std:: cout &lt;&lt; "e\n ";}, [] () {std:: cout &lt;&lt; "d\n ";}, [] () {std:: cout &lt;&lt; "a\n ";}, [] () {std:: cout &lt;&lt; "b\n ";}, [] () {std:: cout &lt;&lt; "c\n ";}); g. precede(f); f. precede(e, c); e. precede (d); a. precede(b); b. precede(e, c); c. precede(d); tf. wait_for_all();</pre>	<pre>#pragma omp parallel { #pragma omp single { int g_f, f_e, f_c, e_d; int a_b, b_c, b_e, c_d; #pragma omp task depend (out g_f) std:: cout &lt;&lt; "g\n "; #pragma omp task depend (out: a_b) std:: cout &lt;&lt; "a\n "; #pragma omp task depend (in : g_f) depend (out: f_e, f_c) std:: cout &lt;&lt; "f\n "; #pragma omp task depend (in: a_b) depend (out: b_c, b_e) std:: cout &lt;&lt; "b\n "; #pragma omp task depend (in: f_e, b_e) depend ( out: e_d) std:: cout &lt;&lt; "e\n "; #pragma omp task depend (in: f_c, b_c) depend ( out: c_d) std:: cout &lt;&lt; "c\n "; #pragma omp task depend (in: e_d, c_d) std:: cout &lt;&lt; "d\n "; }}</pre>	<pre>using namespace tbb; using namespace tbb:: f_low; int n = task_scheduler_init:: default_num _threads(); task_scheduler_init init(n); graph g; continue_node&lt;continue_msg&gt; g (g, [] (const continue_msg &amp;) { std:: cout &lt;&lt; "g\n ";}); continue_node&lt;continue_msg&gt; f (g, [] (const continue_msg &amp;) { std:: cout &lt;&lt; "f\n "; }); continue_node&lt;continue_msg&gt; e (g, [] (const continue_msg &amp;) { std:: cout &lt;&lt; "e\n "; }); continue_node&lt;continue_msg&gt; d (g, [] (const continue_msg &amp;) { std:: cout &lt;&lt; "d\n "; }); continue_node&lt;continue_msg&gt; a (g, [] (const continue_msg &amp;) { std:: cout &lt;&lt; "a\n "; }); continue_node&lt;continue_msg&gt; b (g, [] (const continue_msg &amp;) { std:: cout &lt;&lt; "b\n "; }); continue_node&lt;continue_msg&gt; c (g, [] (const continue_msg &amp;) { std:: cout &lt;&lt; "c\n "; }); make_edge (g, f); make_edge (f, e); make_edge (f, c); make_edge (e, d); make_edge (a, b); make_edge (b, c); make_edge (b, e); make_edge (c, d); g. try_put (continue_msg ()); a. try_put (continue_msg ()); g. wait_for_all();</pre>

Taskflow используется объектно-ориентированный подход: задача в Cpp-Taskflow определяется как вызываемый объект, для которого выполняется операция «std:: invoke».

Сравнение программных реализаций потоков данных

Для сравнения Cpp-Taskflow с OpenMP и ТВВ опишем граф, изображенный на рисунке 5 в каждой из них.

На рис. 5 показан пример графа, а в таблице 1 показана его реализация с помощью Cpp-Taskflow, OpenMP и ТВВ соответственно.

Сравнивая листинги в таблице 1, можно сделать вывод, что реализация графа, представленного на рис. 5 наиболее кратко записана при помощи Cpp-Taskflow.

При использовании OpenMP необходимо указывать условие зависимости на обеих сторонах узла графа

и определить правильный топологический порядок для описания каждой задачи таким образом, чтобы он соответствовал последовательному потоку.

Реализация графа с помощью TBB достаточно объемна. Необходимо использовать шаблоны классов «continue\_node» и «message» даже при решении простых задач. Чтобы запустить вычислительный граф, необходимо явно задать TBB исходные задачи и вызвать метод «try\_put», чтобы активировать ввод данных. Все это увеличивает трудоемкость программирования.

В Cpp-Taskflow каждый объект «taskflow» содержит один граф зависимостей задачи. После того, как граф зависимостей задачи решен, следующим шагом является отправка его в потоки для выполнения. Граф существует и остается под контролем до тех пор, пока пользователи не отправят его на выполнение. Отправленный на выполнение граф Cpp-Taskflow представляет собой структуру данных, которая хранит метаданные, полученные во время выполнения. Каждый объект «taskflow» имеет структуру данных для отслеживания состояния выполнения отправленных графов. Связь основана на паре с++ «shared\_future» и «promise». Программисты могут получить эту информацию для проверки и отладки графа. Все задачи выполняются в общем хранилище потоков, связанном с исполнителем, чтобы отследить, какой поток какую задачу выполняет.

В Cpp-Taskflow есть два способа отправки графа зависимостей: блокирующие и неблокирующие выполнение. В первом необходимо использовать команду «wait\_for\_all». Он отправляет граф потокам и блокам до тех пор, пока все задачи не завершатся. Второй способ отправляет граф потокам и сразу же возвращается в программу, не дожидаясь завершения всех задач. Это позволяет программистам выполнять другие вычисления.

Средства Cpp-Taskflow можно также использовать в динамическом программировании. Динамическое программирование сводится к созданию графа зависимостей во время выполнения задачи. Динамические задачи создаются на основе запущенного графа. Эти задачи порождаются из родительской и группируются вместе, чтобы сформировать граф зависимостей задач, который можно называть подпоток. Преимущество библиотеки Cpp-Taskflow, при решении задач подобного типа в том, что она предоставляет унифицированный интерфейс для статических и динамических задач.

Cpp-Taskflow использует контейнер типов «std::variant» как для статических, так и для динамических графовых конструкций. Динамику зависимости можно описать используя метод «emplace», с дополнительным аргументом «tf:: SubflowBuilder». По умолчанию,

порожденный подпоток присоединяется к своей родительской задаче. Это заставляет подпоток следовать последующим ограничениям зависимостей своей родительской задачи. Можно отсоединить подпоток от его родителя с помощью метода detach, в этом случае его выполнение будет проходить независимо. Обособленный подпоток в итоге присоединится к концу топологии своей родительской задачи.

В Cpp-Taskflow можно создать планировщик для решения конкретных задач. Совместное использование исполнителя среди нескольких объектов «taskflow» облегчает модульные разработки в больших приложениях, избегая при этом проблем, связанных с избыточной нагрузкой на поток. Для управления исполнителем используется объект «std:: shared\_ptr».

Для быстрого создания объемных параллельных программ из более простых шаблонов, в Cpp-Taskflow предусмотрена инкапсуляция алгоритмов в шаблоны. Cpp-Taskflow имеет встроенные наборы алгоритмов, которые реализуют общие параллельные рабочие нагрузки, такие как «parallel\_for», «reduce» и «transform». Программисты могут легко писать универсальный код с помощью шаблона и объединять его с графами зависимостей своих задач для создания более крупных прикладных модулей.

## Заключение

В результате исследования сопоставлены основные концепции реализации параллельных вычислений с помощью вычислительного графа в среде С++ (OpenMP и TBB) с новой библиотекой Cpp-Taskflow. Выявлены некоторые особенности OpenMP и TBB, которые увеличивают трудоемкость написания параллельных программ. Например, обработать динамические потоки в OpenMP, из-за статического описания задач с последовательным выполнением будет достаточно сложно. В Intel TBB запись задачи сопровождается объемным описанием, что приводит к большому количеству строк кода, в результате отладка программ становится трудоемкой.

Библиотека Cpp-Taskflow позволяет создавать как статическую, так и динамическую структуру графа, причем интерфейс является унифицированным. Cpp-Taskflow предоставляет возможность инкапсуляции алгоритмов в шаблоны. Для визуализации потока задач имеется возможность генерации дампа текущего графа задач, что позволит ускорить процесс отладки кода.

В работе приведены программные коды, реализующие вычислительный граф с помощью Cpp-Taskflow, OpenMP и TBB. Несмотря на то, что анализ эффективности программ является сложной задачей, которая учи-



тывает множество факторов, можно сделать вывод, что программа с библиотекой Cpp-Taskflow отличается компактностью и простотой описания потока задач.

К настоящему времени создан целый ряд проектов, в которых используется Cpp-Taskflow: анализатор времени выполнения для технологии создания сверх-

больших интегральных схем, система распределенного программирования на параллельных потоках данных, инструмент для параллельного программирования на GPU [11]. Это подтверждает целесообразность использования возможностей библиотеки при решении сложных задач, связанных с параллельными вычислениями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Котов В. Е. Проблемы развития параллельного программирования // Проблемы информатики. — 2016. — № 2. — С. 70–78.
2. Чайковский Д. С. Средства обработки больших данных // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2018. — № 12. — С. 101–105.
3. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с.
4. Руденко Ю. М. Представление операторов выбора и цикла языков программирования в граф-схемах алгоритмов // Инженерный журнал: наука и инновации. — 2013. — № 11. — С. 1–7. — DOI: 10.18698/2308–6033–2013–11–1066
5. Arthur H. Veen Dataflow Machine Architecture // ACM Computing Surveys (CSUR). — 1986. — vol. 18, issue 4. — P. 365–396. — DOI: 10.1145/27633.28055
6. OpenMP. URL: <http://openmp.org> (дата обращения: 07.04.2020).
7. Intel Threading Building Blocks. URL: <https://software.intel.com/en-us/tbb> (дата обращения: 07.04.2020).
8. Cpp-Taskflow. URL: <https://github.com/cpp-taskflow> (Дата обращения: 13.03.2020).
9. Graphviz-Graph Visualization Software. URL: <https://www.graphviz.org> (дата обращения: 07.04.2020).
10. Viz-js. URL: <http://viz-js.com> (дата обращения: 07.04.2020).
11. Who is Using Cpp-Taskflow. URL: <https://github.com/cpp-taskflow/cpp-taskflow#who-is-using-cpp-taskflow> (дата обращения: 07.04.2020).

© Чайковский Дмитрий Станиславович (chaikovskyds@gmail.com),  
 Гулевич Наталья Анатольевна (gulevich005@mail.ru), Пчелинцева Елена Германовна (alenapchelka@gmail.com).  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Саратовская государственная юридическая академия

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ГЕРОНТОЛОГИИ И ГЕРИАТРИИ В РОССИИ И МИРЕ

### TOPICAL ISSUES OF GERONTOLOGY AND GERIATRICS DEVELOPMENT IN RUSSIA AND THE WORLD

**A. Alyokhina  
M. Silyutina  
A. Chernov  
S. Testova  
O. Taranina**

*Summary.* The article presents an analytical and scientific-methodological review devoted to a new stage of development of gerontology and geriatrics in Russia; substantiates the relevance of creating a system of geriatric care as an important component of state policy in the field of improving the quality of life of older citizens; substantiates the use of digital technologies in the process of modernizing social support for older citizens in order to early detect diseases, prolong the period of their life activity and increase life expectancy; the necessity of changing the approach to regulatory regulation of state support for older citizens is shown.

*Keywords:* senior citizens, gerontology, geriatric care system, comprehensive geriatric assessment, digital technologies in geriatrics.

**Алехина Анна Владимировна**

Аспирант, ФГБОУ ВО Воронежский государственный  
медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, Воронеж;  
врач общей практики, БУЗ ВО «Семилукская РБ  
им. А. В. Гончарова»  
alechinaannaalex@gmail.com

**Силютин Марина Владиславовна**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Воронежский  
государственный медицинский университет  
им. Н. Н. Бурденко, Воронеж  
marinad57@mail.ru

**Чернов Алексей Викторович**

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Воронежский  
государственный медицинский университет  
им. Н. Н. Бурденко, Воронеж

**Тестова Светлана Георгиевна**

Ассистент, ФГБОУ ВО Воронежский государственный  
медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, Воронеж

**Таранина Ольга Николаевна**

Ассистент, ФГБОУ ВО Воронежский государственный  
медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, Воронеж

*Аннотация.* В статье представлен аналитический и научно-методический обзор, посвященный новому этапу развития геронтологии и гериатрии в России; обоснована актуальность создания системы гериатрической помощи как важной составляющей государственной политики в сфере повышения качества жизни граждан старшего поколения; обосновано использование цифровых технологий в процессе модернизации социальной поддержки граждан старшего поколения с целью раннего выявления заболеваний, продления периода их жизненной активности и увеличения продолжительности жизни; показана необходимость изменения подхода к нормативному регулированию государственной поддержки граждан старшего поколения.

*Ключевые слова:* граждане старшего поколения, геронтология, система гериатрической помощи, комплексная гериатрическая оценка, цифровые технологии в гериатрии.

### Введение

#### Наука геронтология и актуальность её развития

**Г**еронтология — это наука, которая изучает старение живых организмов. Наука геронтология стала одним из главных объектов внимания со стороны человеческого сообщества в последнее время. С ростом продолжительности жизни и снижения рождаемости население стареет. Срок жизни и долговечность может иногда использоваться как синонимы, хотя они имеют

слегка разные значения. Для людей срок жизни и долговечность являются примерно одним и тем же понятием особенно в промышленно развитых странах. Увеличение продолжительности жизни как в развитых, так и развивающихся странах и повышение спроса на услуги для пожилых людей внесли свой вклад в растущий объем научных исследований и образования в фундаментальные и прикладные аспекты старения.

Предупреждение преждевременного старения человека — основная задача геронтологии как важная

социальная и биологическая проблема в безопасности жизнедеятельности человека. Геронтология изучает влияние условий жизни на процессы старения и стареющего человека и разрабатывает мероприятия, направленные на устранения отрицательного воздействия факторов окружающей среды в целях продления активной и полноценной жизни человека. В настоящее время в нашей стране активно развивается данное направление; в том числе, и наша Воронежская область участвует в программе развития такого направления, как геронтология и гериатрия. Для врачей первичного звена это направление представляет особый интерес, т.к. в большей степени приходится сталкиваться с пожилыми пациентами.

У людей старших возрастных групп имеется большое количество заболеваний с хроническим течением — мультиморбидность.[6]. Чем старше пациент, тем большее количество заболеваний у него имеется. Это связано как с возрастными инволютивными изменениями, так и нерациональной терапией данной категории пациентов. Во-первых, из-за полиморбидности, назначается очень много препаратов, не всегда сочетающихся друг с другом; во-вторых, из-за когнитивных нарушений пожилые люди не могут правильно их принимать, в-третьих, также влияет ценовая политика. Вместе с тем существуют клинические и клиничко-организационные проблемы в реализации порядков оказания гериатрической помощи.

### История развития геронтологии

Появилась гериатрия, отрасль медицины, которая лечит клинические проблемы в конце жизни, также является зоной расширения профессиональной деятельности. Обе науки геронтология и гериатрия появились в качестве дисциплин сразу после Второй Мировой войны с созданием профессиональных сообществ и специализированных научных подразделений. Почему так долго, по сравнению с другими разделами научного сообщества и профессиональных интересов о процессе старения возникло это направление.

История геронтологии полна домыслов и культурных мифов о старении и ассоциации смерти с расширенным хронологическим возрастом. Американский ученый Джеральд Груман описал множество мифов о смерти и старении с древнейших времен до 19 века. Общая интерпретация в средние века была в том, что смерть либо исходила от судьбы человечества, как наказание за грехи или результат космических сил, которые являются непреодолимыми.

Рост науки в XIX веке сопровождался убеждением, что все явления природы управляются естественными законами, и что эти законы могут быть обнаружены в ходе научного исследования.

Точка зрения, что старение не является сверхъестественным явлением, познаваемое и объяснимое исследование, было полностью выражено бельгийским математиком, статистиком и астрономом Ламбер Кетле (1796–1874). В 1835 году Кетле писал: “человек рождается, взрослеет и умирает по определенным законам, которые никогда не были должным образом расследованы, либо в целом или в режиме взаимных реакций”. Кетле проанализировал данные о смертности в зависимости от возраста, пола, городские, сельские и национальные различия и выяснил, что продолжительность жизни человека зависит от условий, в которых жили люди.[1].

В 19 веке международная выставка по здравоохранению в Лондоне в 1884 г. продемонстрировала то, как разница в возрасте влияет на функции человека. Выставка была организована Фрэнсис Гальтон (1822–1911), двоюродным братом Чарльза Дарвина. Гальтон имел обширные знания в области математики, медицины, психологии и антропологии. На выставке он взял за измерения семнадцать различных функций организма, в том числе и силу рук, слуха, зрения, быстроты движений и жизненной емкости легких. Гальтон анализировал большую массу данных, и учитывая его познания в области математики смог разработать первые количественные измерения степени взаимосвязи между двумя переменными, такими как возраст и жизненная сила.

### Начало современной геронтологии

Проблемы здравоохранения и медицины в первые годы XX века были сосредоточены на основных причинах смерти на то время из-за инфекционных заболеваний. Заболевание обычно рассматривается как результат вторжения в организм человека чужого организма, влияние которого необходимо уничтожить. Поскольку хронические заболевания — болезни сердца, инсульт, рак, диабет, и другие стали заменять инфекционными заболеваниями, как основная причина смерти, пересмотр основной объяснительной парадигмы должен был произойти, так как человек начинает рассматриваться как важный элемент в деле хронических заболеваний. Серия конференций по проблемам старения поддерживала исследования дегенеративных заболеваний.

### Последующее развитие

Развитие геронтологии требует поддержки математики и статистики, чтобы выявить и сопоставить сложные источники отклонений, которые влияют на дряхление человека. Ученые Гальтон и Кетле были пионерами в создании количественной основы геронтологии и замены старых мифов. Еще одним фактором количественного подхода к старению был подход Бенджамин Гомпертца, британского статистика, который, в 1825 году, описал зави-

симось смертности от возраста описывая это экспоненциальным уравнением. Тот факт, что данные о смертности можно назвать экспоненциальным уравнением, само по себе не объясняет, почему смертность связана с возрастом. Однако, это был один из первых шагов в сторону сближения науки в области дискуссии о старении.

Изменения в функции хронологического возраста не раскрывает причинных переменных. Современная геронтология — это наука которая изучает старение признает, что организация данных по возрасту — это всего лишь первый шаг к объяснению. Чтобы понять процесс изменений, которые происходят с возрастом, причинные переменные должны быть поняты.

Термин “геронтология” был введен в 1903 году Эли Мечниковым, лауреатом Нобелевской премии и профессором института в Париже.

Таким образом, система в здравоохранении способствовала установлению и развитию области геронтология и гериатрия в качестве важной темы исследования.

### Современное развитие геронтологии

Несомненно, существует много факторов, способствующих относительно медленному становлению геронтологии как предмета исследования. Последствия старения как природное явление, в той или иной степени расходятся с некоторыми религиозными или философскими убеждениями.

Экономические факторы, несомненно, сыграли свою роль в медленном становлении геронтологии как области исследования. В начале XX века несколько учреждений, частных или некоммерческих организаций, были посвящены уходу и лечению пожилых людей. Пенсии, социальное обеспечение, страхование по инвалидности, выход на пенсию, а также многие другие программы появились позже, увеличив потребность в знаниях об особенностях пожилого населения.[5].

Сложность изменений с возрастом как совокупности взаимодействующих явлений ставит ученым много вопросов. Важные сдвиги в основных причинах смерти за последние сто лет, свидетельствуют о том, что дряхление организма является весьма динамичным явлением. Как вид, люди, несомненно, в процессе эволюции были выбраны для быстрой и устойчивой физической активности, чтобы избежать хищников и искать источники пищи. Способность нервной системы человека для стратегического контроля окружающей среды привела к падению потребности в физической активности и высокой доступности к пище. Люди, как правило, могут снижать физическую активность, когда она не нужна в соответствии

с метаболическими потребностями. Люди способны максимизировать потенциал для долгой и полезной жизни, наряду с улучшением здоровья и прилагать усилия для профилактики заболеваний.

Понимание процесса старения организма и анализ сложности, требует рассмотрения многих переменных — предикторов и их взаимодействий. По своей сути это междисциплинарные области исследования.

Известно, что зафиксированная максимальная долгожительство людей составляет 122 года, 5 месяцев и 14 дней француженки Жанна Луиза Кальман.

Удивительное биоразнообразие нашей планеты имеет различные формы старения, многие из которых являются увлекательными. Изучая процесс старения животных и сравнивая возраст различных видов, можно собрать улики о процессе старения человека и как задержать его.

Представляется, что существует мало сомнений в том, что 21 век будет вводить новые концепции в теорию о старении, и что касается развития науки, то геронтология и гериатрия продвинет понимание старения и приведет к дальнейшему росту продолжительности жизни и улучшению качества жизни.

## Результаты исследования

### Главные тенденции развития цифрового здравоохранения

Система здравоохранения в России и мире радикально меняется, это вызвано изменениями в демографии, ростом количества хронически больных людей, растущим финансовым давлением из-за быстрого роста затрат, кадровым голодом. Меняющаяся парадигма, связанная с переходом к пациент-центрированному здравоохранению, существенным образом меняет цифровую стратегию в отрасли и сервисы, которые внедряются в ней. Регуляторы в сфере здравоохранения в каждой стране сейчас играют критически важную роль при разработке правильных систем, стратегий и процессов, позволяющих повысить качество лечения при одновременном снижении нагрузки на отрасль.

В настоящее время большинство западноевропейских стран уже разработали свою стратегию eHealth, цели внедрения и план будущего масштабирования и дополнения здравоохранения новыми сервисами. Такие страны, как Великобритания, Германия, Нидерланды, Швеция, Дания, Норвегия и Финляндия, имеющие наиболее развитую инфраструктуру в здравоохранении, уже начали внедрение систем нового поколения. Основные приоритеты для будущих инвестиций в eHealth включают в себя:

- ◆ интероперабельные системы электронных медицинских карт,
- ◆ облачные вычисления,
- ◆ миграцию на веб-приложения,
- ◆ умные решения удаленного мониторинга,
- ◆ электронные рецептурные системы,
- ◆ управление документами,
- ◆ системы клинических заметок,
- ◆ интегрированные системы слежения за жизненно важными параметрами здоровья,
- ◆ мобильные медицинские приложения,
- ◆ консолидацию центров обработки данных,
- ◆ системы восстановления информации, обеспечивающие непрерывность бизнес-процессов.

Такая стратегия привела к запуску таких новых программ и инициатив, как национальная IT-программа системы здравоохранения Великобритании, соглашение о интероперабельности в сфере здравоохранения и социального обеспечения TechUK (Великобритания), High-Tech Strategy 2020 в Германии, поддержка запуска в Германии карт e-Health (в других странах они называются «умными медицинскими картами»), программы интегрированного лечения хронических заболеваний в разных странах, программа Nightingale в рамках проекта Horizon 2020 (крупнейшая исследовательская и инновационная программа в Европейском Союзе), в которой разрабатываются «умные» беспроводные и носимые технологии для мониторинга пациентов, которые будут интегрированы в системы поддержки клинических решений.

При этом рынок IT-технологий в Западной Европе сталкивается с проблемами, связанными с существующей фрагментацией систем в здравоохранении, устаревшей инфраструктурой, отсутствием стандартов взаимодействия систем (интероперабельности), наличием устаревших медицинских информационных систем, а также с трудностями в связи с требованиями соблюдения защиты личной информации пациентов, которые замедляют внедрение безбумажных технологий.

Происходящая цифровая революция в здравоохранении напрямую связана со сценарием, где будут использоваться интероперабельные системы и стандартизированные решения обмена медицинскими изображениями с дополнительными сервисами, такими как мобильность, нейтральность производителей и использование веб-приложений. От радиологии и кардиологии до эндоскопии и патологии — везде использование современных систем обработки изображений позволит повысить качество и эффективность здравоохранения.

В обществе в целом и системе здравоохранения в частности назрела ситуация поиска и внедрения нового эффективного инструментария сквозного образования

в области геронтологии и гериатрии с учетом новых клинических и биологических данных о процессах старения человека во взаимосвязи с социальным компонентом. Ещё в древности проблема старения была актуальной. Пример этому цитата Цицерона: «Когда я думаю о старости, я вижу четыре причины, из-за которых мы по привычке считаем ее несчастным периодом нашей жизни: она отстраняет нас от активной жизни, ослабляет наши физические силы, лишает нас чувственных удовольствий и приближает смерть». Специалисты в области геронтологии и гериатрии считают, что именно развитие данного направления приведет к максимально длительному поддержанию активной жизни и опровержению того, что старость — самый плохой период нашего существования.

Для врача, в том числе и для врача общей практики, наиболее важной целью, комплексной оценки состояния здоровья будет выявление различных симптомов и признаков, позволяющих установить диагноз и выявить то или иное заболевание на ранней стадии — от этого будет зависеть и прогноз, и продолжительность жизни. Это касается и пожилых пациентов, т.к. они заслуживают полноценной жизни. Безусловно, в последние годы наметилась положительная тенденция в развитии гериатрического направления в медицине, в частности, приняты новые «Порядки оказания медицинской помощи по профилю «гериатрия», отражающие новые подходы к оказанию данного вида помощи. Вместе с тем, потребности общества и системы здравоохранения опережают знания специалистов системы здравоохранения в области геронтологии и гериатрии.

Многие исследователи организации геронтологической помощи отмечают, что важна разработка инструментария по выявлению синдрома старческой астении и других гериатрических синдромов, обучение правилам применения опросников и шкал в гериатрии, проведению комплексной гериатрической оценки [2]. Эксперты Всемирной организации здравоохранения отмечают, что необходима система непрерывного медицинского образования в области гериатрии, которая бы интегрировала современный опыт телемедицинских технологий, eLearning и обеспечила формирование гериатрического подхода в здравоохранении [3].

В ходе проведенной работы и наблюдений, сделаны выводы, что комплексная гериатрическая оценка, основанная на опросниках и шкалах, является важной, но трудоемкой и продолжительной процедурой. Одновременно наблюдается невысокий уровень знаний врачей различных специальностей в области современных гериатрических взглядов, по сути, в системе здравоохранения отсутствует гериатрический подход к пациенту [4]. Врачи находятся в вакууме в связи с отсутствием четко выстроенной системы сквозного геронтологического образова-

ния. Плохо внедряются электронные технологии контроля за состоянием здоровья пожилых людей [5].

«Среди медико-социальных проблем, стоящих перед человечеством в 21 веке, наиболее тревожащей становится старение населения. Специалисты отмечают, что увеличение средней продолжительности жизни не является социальным достижением для большинства людей преклонного возраста. Потеря трудоспособности, болезни, ослабление родственных и социальных связей, ограничения практически во всех сферах, делают жизнь стариков безрадостной. Это положение остается справедливым даже для тех стран, где социальная политика в отношении этой группы населения признана наилучшей» (ВОЗ, 2009 г.).

Целесообразно добавить, что наши разработки по внедрению цифровых технологий, в частности, мобильного приложения Всемирной организации здравоохранения, помогут врачам в их работе с пожилыми людьми, реализуют менее энергозатратный способ раннего выявления различных функциональных нарушений, дадут возможность ранней реабилитации пожилых пациентов и, соответственно, приведут к повышению качества жизни и активному долголетию.

Инновационное приложение, которое поможет врачам первичного звена и гериатрам выявлять на ранней стадии функциональные нарушения (когнитивные нарушения, нарушение питания, снижение слуха, зрения, нарушение двигательной активности и депрессию, часто присутствующую у пожилых и так редко выявляемую при обычном врачебном осмотре) — ICOPE Handbook App Всемирной организации здравоохранения. Это цифровое приложение, которое поддерживает реализацию подхода интегрированной помощи пожилым людям (ICOPE). Интерактивное приложение шаг за шагом направляет работников здравоохранения и социального обеспечения в процессе скрининга пожилых людей, подверженных

риску зависимости от ухода в обществе, проведения лично-ориентированной оценки потребностей пожилых людей в области здравоохранения и социального ухода, а также разработки индивидуального ухода. строить планы. Приложение также может использоваться правилами и организациями для обучения работников здравоохранения и социальных служб оказанию персонализированной помощи.

ICOPE — это научно обоснованный подход, разработанный ВОЗ, который помогает системам здравоохранения поддерживать здоровое старение посредством разработки и внедрения ориентированной на человека и скоординированной модели помощи. ICOPE делает упор на раннем вмешательстве в приоритетные состояния здоровья, связанные со снижением физических и умственных способностей пожилых людей, к которым относятся: ограничения мобильности, недоедание, нарушение зрения и потеря слуха, снижение когнитивных способностей и депрессивные симптомы.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, скрининг функциональной способности у пациентов старших возрастных групп — актуальная проблема для первичного звена здравоохранения. В его проведении нам поможет комплексная гериатрическая оценка и цифровые технологии, например, мобильное приложение WHO ICOPE Handbook App (специальное тестирование пациентов с последующей интерпретацией результатов). Хотелось добавить, что внедрение данной системы цифрового скрининга — важная задача нашего исследования.

Необходимо учитывать, что дефекты личности и физические недостатки в большинстве случаев являются проявлением болезни, а не старости, и соответствующий уход и лечение могут улучшить состояние больных, вернуть им здоровье.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ламбер Кетле О человеке и развитии его способностей, или Опыт социальной жизни. 1835, с. 15
2. Иванова М.А., 2017; Стасевич Н. Ю. и соавт., Комплексная гериатрическая оценка 2015, 2017, с. 1–10
3. WHO, Technical Report on Ageing, 2015
4. Guralnik J.M. et al., 2016, Clegg A. et al., 2013, Song X., Milnitski A., Rockwood K., 2010; с. 5–12
5. Люцко В.В., Посещаемость врачей общей практики (семейных врачей) в Российской Федерации за период 2007–2017 гг., 2019, с. 23
6. Лазебник Л.Б., Верткин А. Л., Конев Ю. В., Ли Е. Д., Скотников А. С.; Старение. Профессиональный врачебный подход; Национальное руководство; с. 90–95, Москва, 2014

© Алехина Анна Владимировна (alechinaannaalex@gmail.com), Силютинна Марина Владиславовна (marinad57@mail.ru),

Чернов Алексей Викторович, Тестова Светлана Георгиевна, Таранина Ольга Николаевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## КОНКРЕМЕНТЫ МОЧЕВОЙ КИСЛОТЫ У ДЕТЕЙ: ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, ДИАГНОСТИКА, ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

### URIC ACID URINARY STONES IN CHILDREN: EPIDEMIOLOGY, DIAGNOSTICS, TREATMENT AND PREVENTION (LITERATURE REVIEW)

**E. Bokova  
O. Vasyukova**

*Summary.* Urolithiasis is a common disease both in adults and children. This article discusses the epidemiology, diagnosis, treatment and prevention of uric acid stones formation. Radionegative urates are the most complicated in diagnostics. For this reason it is important to develop an algorithm for urolithiasis diagnostics with both pediatric urologists and radiologists being involved. Further scientific research is needed in order to estimate the effectiveness of different therapy in patients with uric acid urolithiasis.

*Keywords:* uric acid stones; calculi; alkalization; urolithiasis; diagnosis; chemolysis.

**Бокова Елизавета Олеговна**

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный  
медицинский университет имени И. М. Сеченова  
Минздрава России (Сеченовский Университет)  
eobokova@gmail.com

**Васюкова Олеся Александровна**

М.н.с., ФГБНУ «Научно-исследовательский институт  
морфологии человека»  
o.vas.93@gmail.com

*Аннотация.* Уролитиаз является распространенным заболеванием, в том числе среди детского населения. В данной статье рассматриваются вопросы эпидемиологии, диагностики, лечения и профилактики возникновения уратов в детском возрасте. Особую трудность составляет диагностика именно камней мочевого кислоты ввиду их рентгеногегативности. Особого внимания заслуживает разработка алгоритма действий хирурга в зависимости от полученных данных при сотрудничестве с сотрудниками отделений лучевой диагностики. Необходим дальнейший научный поиск также для определения эффективности методов лечения уратов у детей.

*Ключевые слова:* мочекаменная болезнь; мочева кислота; ураты; эпидемиология; диагностика; гемолиз.

**К**амни мочевого кислоты (МК), или ураты, являются неинфекционными рентгеногегативными камнями, состоящими преимущественно из урицита. Они являются метаболитами пуринового обмена и ассоциированы с низкой кислотностью мочи и константой ионизации ниже 5,5 [10, 19, 22].

Мочекаменная болезнь является распространенным заболеванием, достигая около 70% в популяции Соединенных Штатов Америки [20]. Показатели заболеваемости увеличились вдвое в период с 1976 по 2010 годы. В настоящее время данный показатель примерно от 0,08% в Индии до 3,37% в Пакистане [22]. Камни мочевого кислоты являются самым часто встречаемым типом конкрементов после кальциевых [16]. За последние 40 лет в 10% диагностируемых случаев мочекаменной болезни (МКБ) конкременты имеют в составе мочевую кислоту [6]. Голованов и соавт. провели четыре последовательных исследования данных за периоды 1985–1989, 1990–2000, 2005–2009 и 2010–2013 годы, согласно которым частота встречаемости уратов от всей доли камней мочевыводящих путей, диагностируемых в московском регионе, составила 15,2%, 15,1%, 15,2% и 17,4% соответственно [26].

Наиболее часто уратные кристаллы встречаются у новорожденных, так как мочевая кислота связана с распадом нуклеиновых кислот, который находится на максимальном уровне сразу после рождения и остается на высоком уровне до 2 лет [29]. Примерно в 58,8% случаев локализацией конкрементов у детей является чашечно-лоханочная система [24], и при патологоанатомическом осмотре обнаруживаются уратные «инфаркты» в мозговом веществе почек [23, с. 293].

Состав мочекислых камней может варьироваться: они могут состоять исключительно из мочевого кислоты или наряду с моногидратом оксалата кальция входят в состав смешанных камней. В первом случае различают безводные, моногидратные (ураты аммония и натрия) и дигидратные камни мочевого кислоты [22, 26].

Факторы риска возникновения конкрементов МК можно условно разделить на три основные группы: низкий диурез, высокая концентрация МК в моче и низкий pH мочи [3, 6, 9, 10, 16, 22]. Причиной низкого объема мочи могут быть климатические особенности, диабет II типа, а также хроническая диарея, приводящая к поте-

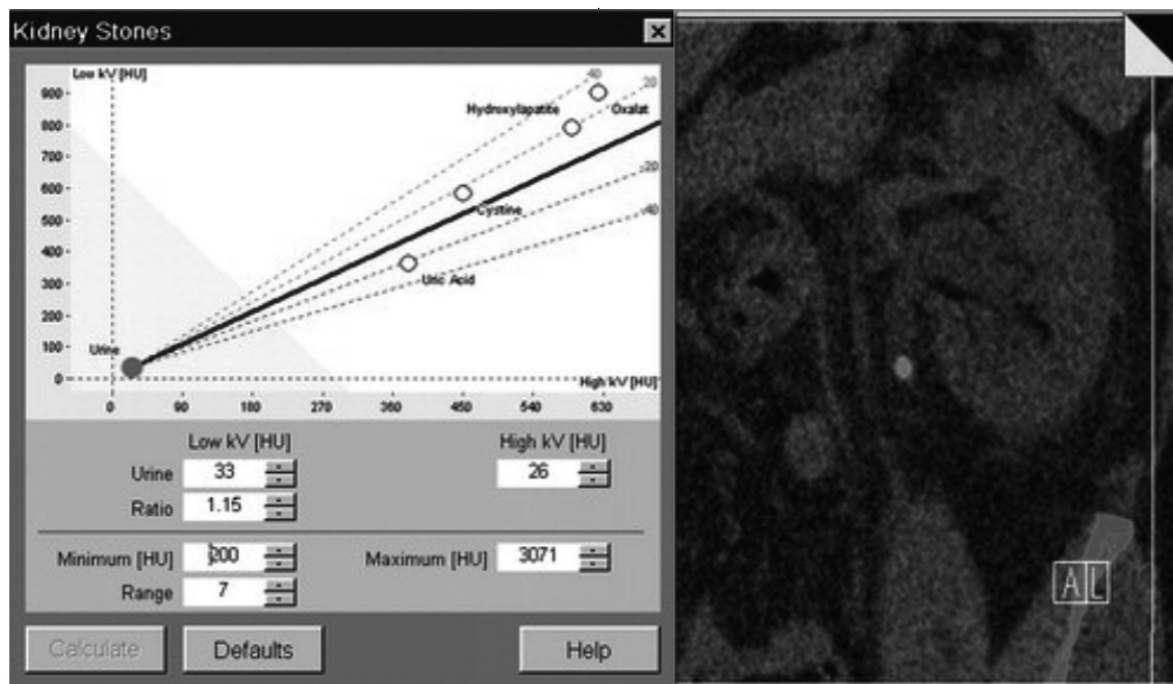


Рис. 1. Использование двухэнергетической КТ для диагностики конкрементов мочевой кислоты, Thomas C. et al. Urinary calculi composed of uric acid, cystine, and mineral salts: differentiation with dual-energy CT at a radiation dose comparable to that of intravenous pyelography //Radiology.— 2010.— Т. 257.— № . 2.— С. 402–409. [21].

ре бикарбонатов [3, 22]. Одним из факторов риска возникновения конкрементов МК является жаркий сухой климат со средней летней температурой 45 °С [3], что объясняет большой процент заболеваемости в южных странах.

Повышение концентрации МК в моче может быть обусловлено как врожденными, так и приобретенными факторами. К первой группе относят такие заболевания как конгенитальные нарушения пуринового обмена и гликогенозы, ко второй — повышенное потребление пуринов с пищей или ускоренный пуриновый обмен на фоне химиотерапии или приема урикозурических медикаментов. Диета с повышенным содержанием мяса, ожирение и диабет II типа, в том числе в составе метаболического синдрома, приводят к снижению pH мочи [6, 9, 22]. Была доказана прямая зависимость между заболеваемостью уролитиазом и индексом массы тела [3, 25].

Факторами риска возникновения уратов у детей является наследственная предрасположенность к нарушению обмена веществ (первичная подагра у детей старшего возраста, синдром Леш–Найана, гликогеноз I типа), а также неверное введение прикорма на первом году жизни и наличие синдрома мальабсорбции [23, 27, 29]. Кроме того, уратный уролитиаз у детей ассоциирован с мутациями белков-транспортеров *SLC22A12*, *SLC2A9* и другими врожденными заболеваниями [29].

Диагностика уролитиаза основана на анамнестических данных, результатах лабораторных и инструментальных методов исследования [14]. Критериями гиперурикозурии является экскреция мочевой кислоты более 4 ммоль/сут у взрослых и более 0,12 ммоль/кг/сут у детей [18]. Камни МК являются рентгеноотрицательными конкрементами, однако они могут быть визуализированы при компьютерной томографии без контрастирования. В целях дифференциальной диагностики камней МК от кальциевых конкрементов у взрослых применяется двухэнергетическая КТ (рис. 1) [18, 21], которая однако является довольно дорогостоящим исследованием для применения в рутинной клинической практике. Кроме того, в детском возрасте нежелательно избыточное применение методов лучевой диагностики: предпочтительно выполнение ультразвукового исследования, и лишь при сомнении в диагнозе — КТ без контрастирования или МРТ. В ряде случаев проводится также урография с внутривенным контрастированием [8].

Распространенными инструментальными методами лечения конкрементов МК являются экстракорпоральная ударно-волновая литотрипсия, ретроградная интра-ренальная хирургия и чрескожная нефролитотрипсия [16, 28]. При этом, было показано, что волновая литотрипсия является методом выбора у детей до 2-х лет [1]. Yadav P. et al. выработали алгоритм выбора лечебной тактики у детей в зависимости от локализации и размера



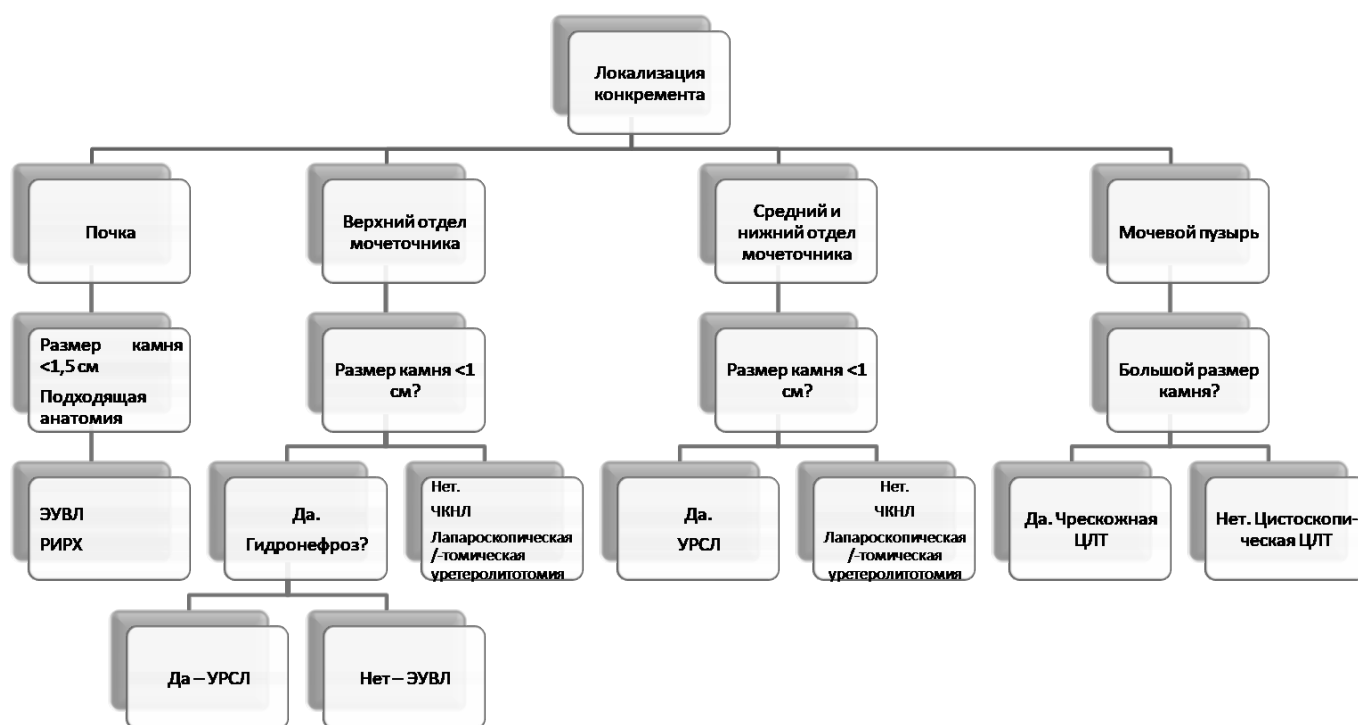


Рис. 2. Выбор метода лечения мочекаменной болезни у детей. ЭУВЛ: экстракорпоральная ударно-волновая литотрипсия; РИРХ: ретроградная интратанальная хирургия; ЧКНЛ: чрескожная нефролитотомия; УРСЛ: уретероскопическая литотрипсия; ЦЛТ: цистолитотрипсия. Yadav P. et al. Technique, complications, and outcomes of pediatric urolithiasis management at a tertiary care hospital: evolving paradigms over the last 15 years //Journal of pediatric urology.— 2019.— Т. 15.— № . 6.— С. 665. e1-665. e7 [24].

камней, используемый в клинической практике (рис. 2) [24].

Альтернативным консервативным способом, применяющимся для лечения данного вида уролитиаза, является растворение уратов (хемолиз). Наряду с пероральным возможно также проведение перкутанного хемолиза [18].

Растворение уратов возможно при pH мочи от 6,5 до 7,0 и выше [7, 18]. Не рекомендуется повышать pH мочи выше 7,0, так как это повышает риск возникновения кальциевых конкрементов [17]. Степень растворимости меняется от 7 мг/дл при pH мочи 5 до 200 мг/дл при pH 7 [11]. Необходимо отметить, что для оценки эффективности и своевременной коррекции проводимой консервативной терапии крайне важно регулярное определение pH мочи с использованием индикаторных полосок или pH-электродов. Может проводиться как оценка мочи, полученной при однократном заборе материала, так и суточной мочи, что нивелирует влияние циркадных ритмов на результаты исследования [2, 8, 9].

Основными препаратами, используемыми для консервативного лечения уратов, являются тамсулозин (в том числе в сочетании с калия натрия гидроцитратом), калия цитрат, а также калия цитрат с натрия цитратом.

Было выдвинуто предположение, что применение препаратов *калия цитрата* для растворения уратов может снижать риск возникновения кальциевых камней [9]. Одним из механизмов действия калия цитрата является повышение pH мочи до значений, необходимых для растворения конкрементов [5]. Данные лекарственные средства являются препаратами выбора для консервативной терапии уратов, так как обладают минимальными побочными эффектами [13, 18].

Препараты *тамсулозина* (Омник®), в том числе в комбинации с *калия натрия гидроцитратом* (Уралит-У®) могут увеличивать частоту спонтанного пассажа конкрементов при локализации уратов в дистальном отделе мочеточника [2]. Данные препараты являются наиболее эффективными при размерах конкрементов в диапазоне 8–11 мм, при отсутствии патологии контралатерального

мочеточника, наличии гидронефроза легкой или средней степени, а также терапии длительностью до 4 недель или до полного растворения конкрементов [5].

На данный момент недостаточно изучен вопрос эффективности применения аллопуринола у пациентов с уратами, так как в большинство исследований были включены лишь больные с кальциевыми конкрементами. Существует мнение, что назначение данного препарата может быть целесообразно при концентрации МК в моче выше 4 ммоль/л [4] ввиду его гипоурикурического действия [15]. Однако Williams D. I. и соавт. утверждают, что применение аллопуринола у детей снижает продукцию мочевой кислоты, что приводит к алкализации мочи и повышение растворимости конкрементов [23, с. 293].

Метафилактика образования уратов заключается в увеличении диуреза путем потребления большего количества жидкости для образования более 2,5 литров мочи в сутки, предотвращении гиперурикозурии и повышение pH мочи [4, 9, 13, 15]. Рекомендуется снизить

потребление животного белка (за исключением молочных продуктов) [13, 14], а также продуктов, содержащих более 150 мг пуринов, и повысить содержание овощей и фруктов в рационе [10].

## Заключение

Учитывая растущую заболеваемость мочекаменной болезнью и распространенность широкого спектра предрасполагающих к ней факторов в популяции, в том числе в детском возрасте, с каждым годом данная тема становится все более актуальной не только для стран с жарким климатом. В свою очередь увеличение доли конкрементов, состоящих из уратов, обуславливает необходимость дальнейших исследований для улучшения методов визуализации и определения наиболее эффективного лечения. В частности, открытым остается вопрос абсолютных и относительных показаний к применению лучевых методов исследования у детей, а также рекомендаций к выбору препаратов для проведения хемолитиза.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Asi T. et al. Shockwave Lithotripsy for Kidney Stones as a First Line Therapy in Children Younger Than 2 Years //Journal of Pediatric Urology. — 2020.
2. Boari B. et al. Circadian variation in urine pH and uric acid nephrolithiasis risk //Nephrology Dialysis Transplantation. — 2008. — Т. 23. — №. 1. — С. 411–412.
3. Cicerello E. Uric acid nephrolithiasis: An update //Urologia Journal. — 2018. — Т. 85. — №. 3. — С. 93–98.
4. Courbebaisse M., Prot-Bertoye C., Daudon M. Nephrolithiasis: From mechanisms to preventive medical treatment //Nephrologie & Therapeutique. — 2020. — Т. 16. — №. 1. — С. 65–75.
5. Elbenday M. et al. 1317 Role of combined use of potassium citrate and tamsulosin in the management of uric acid distal ureteral calculi //The Journal of Urology. — 2010.
6. Gridley, C.M., Sourial, M.W., Lehman, A., & Knudsen, B.E. (2019). Medical dissolution therapy for the treatment of uric acid nephrolithiasis. World journal of urology, 1–7.
7. Hesse A. Urinary stones: Diagnosis, treatment, and prevention of recurrence. — Karger Medical and Scientific Publishers, 2009.
8. Hoppe B., Kemper M. J. Diagnostic examination of the child with urolithiasis or nephrocalcinosis //Pediatric nephrology. — 2010. — Т. 25. — №. 3. — С. 403–413.
9. Kamphuis G.M. et al. Method of alkalization and monitoring of urinary pH for prevention of recurrent uric acid urolithiasis: a systematic review //Translational andrology and urology. — 2019. — Т. 8. — №. Suppl 4. — С. S448.
10. Kanbara A., Hakoda M., Seyama I. Urine alkalization facilitates uric acid excretion //Nutrition journal. — 2010. — Т. 9. — №. 1. — С. 45.
11. Kenny J.E.S., Goldfarb D.S. Update on the pathophysiology and management of uric acid renal stones //Current rheumatology reports. — 2010. — Т. 12. — №. 2. — С. 125–129.
12. Moses R. et al. Changes in stone composition over two decades: evaluation of over 10,000 stone analyses //Urolithiasis. — 2015. — Т. 43. — №. 2. — С. 135–139.
13. Ngo T.C., Assimos D. G. Uric acid nephrolithiasis: recent progress and future directions //Reviews in urology. — 2007. — Т. 9. — №. 1. — С. 17.
14. Pearle M.S. et al. Medical management of kidney stones: AUA guideline //The Journal of urology. — 2014. — Т. 192. — №. 2. — С. 316–324.
15. Qaseem A. et al. Dietary and pharmacologic management to prevent recurrent nephrolithiasis in adults: a clinical practice guideline from the American College of Physicians //Annals of internal medicine. — 2014. — Т. 161. — №. 9. — С. 659–667.
16. Salem S.M., Sultan M. F., Badawy A. Oral dissolution therapy for renal radiolucent stones, outcome, and factors affecting response: A prospective study //Urology annals. — 2019. — Т. 11. — №. 4. — С. 369.
17. Singh S.K., Agarwal M. M., Sharma S. Medical therapy for calculus disease //BJU international. — 2011. — Т. 107. — №. 3. — С. 356–368.
18. Skolarikos A. et al. Metabolic evaluation and recurrence prevention for urinary stone patients: EAU guidelines //European urology. — 2015. — Т. 67. — №. 4. — С. 750–763.
19. Sorokin I. et al. Epidemiology of stone disease across the world //World journal of urology. — 2017. — Т. 35. — №. 9. — С. 1301–1320.
20. Tasian G.E., Copelovitch L. Evaluation and medical management of kidney stones in children //The Journal of urology. — 2014. — Т. 192. — №. 5. — С. 1329–1336.
21. Thomas C. et al. Urinary calculi composed of uric acid, cystine, and mineral salts: differentiation with dual-energy CT at a radiation dose comparable to that of intravenous pyelography //Radiology. — 2010. — Т. 257. — №. 2. — С. 402–409.

22. Trinchieri A., Montanari E. Prevalence of renal uric acid stones in the adult //Urolithiasis. — 2017. — Т. 45. — № . 6. — С. 553–562.
23. Williams D.I. et al. Urology in childhood. — Springer Science & Business Media, 2012.
24. Yadav P. et al. Technique, complications, and outcomes of pediatric urolithiasis management at a tertiary care hospital: evolving paradigms over the last 15 years // Journal of pediatric urology. — 2019. — Т. 15. — № . 6. — С. 665. e1–665. e7.
25. Голованов С.А. и др. Индекс массы тела и химический состав мочевого камней //Экспериментальная и клиническая урология. — 2015. — № . 4. — С. 94–99.
26. Голованов С.А. и др. Тенденции распространенности метаболических типов мочекаменной болезни в Московском регионе. Сравнительный анализ за период с 2010 по 2013 гг //Экспериментальная и клиническая урология. — 2014. — № . 4. — С. 54–57.
27. Лазарева Т.С., Застело Е. С., Халецкая О. В. Влияние характера питания и наследственности на мочевую экскрецию солей у детей с синдромом мальабсорбции //Медицинский альманах. — 2018. — № . 3 (54).
28. Шалденко О.А. и др. Результаты дистанционной литотрипсии крупных конкрементов почек у детей //Вестник урологии. — 2019. — № . 2.
29. Эмануэль В.Л. и др. Современное состояние диагностики мочекаменной болезни у детей //Педиатр. — 2014. — Т. 5. — № . 4.

© Бокова Елизавета Олеговна ( eobokova@gmail.com ), Васюкова Олеся Александровна ( o.vas.93@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый МГМУ им. И. М. Сеченова

# КОНТРАСТНО-УСИЛЕННОЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

## CONTRAST-ENHANCED ULTRASONIC EXAMINATION IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF THYROID CANCER

**I. Verzakova  
S. Putenikhin  
G. Gumerova  
O. Verzakova**

*Summary.* Development of new technologies of ultrasonic diagnostics is directed mainly towards improvement of image imaging quality for earlier and accurate differential diagnostics of focal formations. Many authors note the need to improve the methodology and determine the quantitative criteria of different entities. The author notes that since the first publications on quantitative evaluation with the help of contrast-enhanced ultrasound examination of thyroid gland ultrasonic contrast preparations have changed, techniques have been modified. To date, the issues of standardization of the procedure, dosage of ultrasonic contrast preparation, unification of abbreviations and names of quantitative evaluation parameters, threshold values for diagnosis of malignant formations have not been solved.

*Keywords:* thyroid cancer, ultrasound diagnostics, contrast-enhanced research, oncology.

**Верзакова Ирина Викторовна**

*Д.м.н., Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа*

**Путенихин Сергей Юрьевич**

*Аспирант, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа  
putenihin1970@yandex.ru*

**Гумерова Гульнара Тагировна**

*К.м.н., доцент, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа*

**Верзакова Ольга Владимировна**

*К.м.н., доцент, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа*

*Аннотация.* Развитие новых технологий ультразвуковой диагностики направлено преимущественно в сторону повышения качества визуализации изображения для более ранней и точной дифференциальной диагностики очаговых образований. Многими авторами отмечается необходимость совершенствования методики, определения количественных критериев различных образований. Автор отмечает, что с момента первых публикаций о проведении количественной оценки с помощью контрастно-усиленного ультразвукового исследования щитовидной железы поменялись ультразвуковые контрастные препараты, модифицировались методики. До настоящего времени вопросы стандартизации проведения процедуры, дозировки ультразвукового контрастного препарата, унификации аббревиатур и наименований параметров количественной оценки, пороговых значений для диагностики злокачественных образований так и не были решены.

*Ключевые слова:* рак щитовидной железы, УЗИ-диагностика, контрастно-усиленное исследование, онкология.

## Введение

**Р**азвитие новых технологий ультразвуковой диагностики направлено преимущественно в сторону повышения качества визуализации изображения для более ранней и точной дифференциальной диагностики очаговых образований [8, 9]. В настоящее время имеется большое количество преимущественно зарубежных научных публикаций, посвященных ультразвуковому исследованию щитовидной железы с контрастным усилением (КУУЗИ) и указывающих на перспективность применения ультразвуковых контрастных препаратов в дифференциальной диагностике очаговых образований щитовидной железы [12]. Однако европейские и азиатские исследователи разноречивы по группам и методам анализа, особенно-

стям научного поиска и результатам КУУЗИ. В большинстве работ оцениваются только качественные характеристики контрастирования [18]. Многими авторами отмечается необходимость совершенствования методики, определения количественных критериев различных образований [8]. В последних рекомендациях по внепеченочному применению ультразвуковых контрастных препаратов отмечено, что в настоящее время КУУЗИ находится на этапе активного научного исследования и не может быть рекомендовано для рутинной клинической практики [9].

## Материал и методы

В основу работы положены результаты ретроспективного сопоставления данных ультразвуковых заклю-

чений с результатами цитологического и гистологического исследований, проведенных в период с декабря 2017 по сентябрь 2019 г. КУУЗИ щитовидной железы проведено 154 пациентам с узловыми образованиями щитовидной железы в возрасте от 21 до 76 лет. Среди пациентов было 132 (85,7%) женщины, 22 (14,3%) мужчины. Гендерное соотношение составляло 6: 1.

Все 73 пациента с раком щитовидной железы прооперированы в хирургическом стационаре, диагноз подтвержден гистологически. Среди них папиллярный рак выявлен у 64 (87,7%), фолликулярный у 9 (12,3%) пациентов.

74 пациента с доброкачественными образованиями щитовидной железы также получили хирургическое лечение в хирургическом стационаре, диагноз подтвержден гистологически. 7 пациентов с доброкачественной патологией щитовидной железы получили амбулаторное лечение, диагноз верифицирован по данным тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии и цитологического исследования. Среди 81 пациента с доброкачественной патологией щитовидной железы фолликулярная аденома выявлена у 56 (69,1%), коллоидные узлы у 12 (14,8%), аутоиммунный тиреоидит с узловым образованием у 13 (16,0%) пациентов.

КУУЗИ проводили на сканере DC8 (Mindly, Китай) с использованием линейного мультисигментного датчика, работающего в диапазоне частот 7,515,0 МГц, в специализированном режиме с низким механическим индексом ( $<0,10$ ). В качестве ультразвукового контрастного препарата был применен Соновью (Bracco Swiss S.A., Швейцария) в дозировке 2,4 мл.

Предварительно в каждом случае было получено письменное согласие пациента на проведение процедуры ультразвукового контрастирования. Форма информированного согласия и протокол клинического исследования были утверждены согласно нормативным требованиям лечебного учреждения.

Всем 154 пациентам было проведено предварительное мультипараметрическое ультразвуковое исследование щитовидной железы с применением серошкальной эхографии (В режим), цветокодированной доплерографии, импульсно-волновой доплерографии, компрессионной эластографии. Оценивались количество и расположение очагов. В случаях, когда у пациента определялось более одного образования в щитовидной железе, для проведения КУУЗИ выбиралось наиболее удобное для сканирования образование или образование, планирующееся к пункционной биопсии. Определялась оптимальная плоскость сканирования очага при его хорошей визуализации и отсутствии артефактов.

Процедура КУУЗИ проводилась в условиях чистой перевязочной при соблюдении единых требований асептики для проведения малоинвазивных манипуляций. Ультразвуковой контрастный препарат вводился внутривенно болюсно через периферический венозный катетер 20G в кубитальную вену с последующим введением 5 мл 0,9%го раствора NaCl. Одновременно с введением Соновью начинались отсчет времени и запись кинопетли до полного вымывания Соновью из образования (не менее 130 с). Проводилась обязательная запись видеопетли (архивирование).

На этапе постобработки выполнялся количественный анализ с помощью программного обеспечения ультразвукового сканера ContrastQA. К анализу были приняты сегменты кинопетли от момента введения Соновью в венозное русло до момента его полного вымывания (не менее 130 с) (объект интереса находился в зоне сканирования все время проведения исследования). Результат оценки был представлен кривой «время-интенсивность», параметры кривой автоматически отображались на экране прибора в виде табличных данных.

Анализ проводился по следующим количественным параметрам:

1. время до пика интенсивности (TPI (time to peak intensity)) (с) время, за которое интенсивность контрастирования достигает максимума;
2. пик интенсивности (PI (peak intensity)) (дБ) максимум интенсивности контрастирования;
3. время полувыведения (DT/2 (descending time/2)) (с) время, за которое интенсивность контрастирования снижается до половины максимума;
4. скорость снижения контрастирования за 30 с после пика интенсивности (DV (descending velocity)) (дБ/с).

Количественные параметры КУУЗИ на основе анализа кривой «время-интенсивность» были получены для узловых образований и прилегающей паренхимы щитовидной железы без очаговых изменений. По ним были рассчитаны соответствующие индексы и разница.

Статистическую обработку результатов исследования проводили при использовании программ Statistica (версия 12.5) и MedCalc (версия 15.8) в среде Windows.

## Результаты

Медиана среднего размера злокачественных образований составила 16,0 мм, 25–75й процентиля 11,0–28,5 мм; доброкачественных образований 27,0 и 16,0–35,0 мм соответственно. Количественные параметры КУУЗИ в группах злокачественных ( $n = 73$ ) и доброкачественных ( $n = 81$ ) продемонстрировали статистически значимые различия между обеими группами были выявлены по следую-

щим параметрам: P1узел, P1паренхима, DT/2узел, индекс DT/2, DVузел, индекс DV, разница DV ( $P < 0,05$ ).

Однако при проведении ROC анализа не все указанные количественные параметры дают высокие показатели информативности. Для диагностики злокачественных образований щитовидной железы наиболее информативными оказались: индекс DT/2, индекс DV, разница DV.

Тест «индекс DT/2 > 1,028 рак щитовидной железы» характеризуется чувствительностью 86,1%, специфичностью 85,2%, предсказательной ценностью положительного теста 87,7%, предсказательной ценностью отрицательного теста 83,4%, площадью под кривой 0,872.

Тест «индекс DV < 0,895 рак щитовидной железы» характеризуется чувствительностью 66,7%, специфичностью 95,1%, предсказательной ценностью положительного теста 94,3%, предсказательной ценностью отрицательного теста 70,0%, площадью под кривой 0,840.

Тест «разница DV < 0,020 дБ/с рак щитовидной железы» характеризуется чувствительностью 66,7%, специфичностью 95,1%, предсказательной ценностью положительного теста 94,3%, предсказательной ценностью отрицательного теста 70,0%, площадью под кривой 0,842.

Количественные параметры КУУЗИ в подгруппах папиллярного ( $n = 64$ ) и фолликулярного ( $n = 9$ ) рака щитовидной железы продемонстрировали статистически значимые различия между обеими подгруппами были выявлены по следующим параметрам: индекс TPI, P1узел, индекс DV ( $P < 0,05$ ).

При проведении ROC-анализа ни один из указанных выше количественных параметров не дает адекватные показатели информативности при дифференциальной диагностике папиллярного и фолликулярного рака щитовидной железы. Однако необходимо отметить малочисленность подгруппы фолликулярного рака щитовидной железы, что является ограничением нашего исследования и требует продолжения исследования в этом направлении.

Количественные параметры КУУЗИ в подгруппах фолликулярной аденомы ( $n = 56$ ), коллоидных узлов ( $n = 12$ ) и аутоиммунного тиреоидита с узлообразованием ( $n = 13$ ) показали статистически значимые различия были выявлены по следующим параметрам: TP1узел, TP1паренхима, индекс TP1, P1узел, P1паренхима, индекс P1, индекс DT/2 ( $P < 0,05$ ).

Однако при проведении ROC-анализа ни один из указанных выше количественных параметров не дает адек-

ватные показатели информативности при дифференциальной диагностике различных доброкачественных образований. Также ограничивает анализ малочисленность подгрупп коллоидных узлов и аутоиммунного тиреоидита с узлообразованием.

## Обсуждение

Опухолевый ангиогенез напрямую зависит от вазогенного эндотелиального фактора роста опухоли, который способствует формированию аномальной сосудистой сети, питающей растущую опухоль. КУУЗИ позволяет визуализировать дезорганизованность сосудистого рисунка, штопороподобный ход интранодулярных и перинодулярных сосудов, разрозненность их пространственного расположения [8].

На сегодняшний день КУУЗИ щитовидной железы оценивается лишь как дополнительный метод диагностики злокачественных и доброкачественных узловых образований, предшествующий гистологическому исследованию [12]. Однако уже накоплен ROC-достаточный опыт в оценке эффективности КУУЗИ в дифференциальной диагностике узловых образований щитовидной железы, чтобы утверждать, что применение ультразвуковых контрастных препаратов повышает диагностическую точность рутинного ультразвукового исследования и может помочь улучшить определение зон и узлов для проведения процедуры тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии [14].

До появления соответствующего технического программного обеспечения ультразвуковых аппаратов КУУЗИ щитовидной железы включало лишь визуальную оценку качественных характеристик контрастирования. Безусловно, количественный анализ затрудняет процедуру КУУЗИ, однако введение количественной оценки снижает риск субъективизма и обеспечивает более объективные и воспроизводимые данные [10].

С момента первых публикаций о проведении количественной оценки КУУЗИ щитовидной железы менялись ультразвуковые контрастные препараты, модифицировались методики. До настоящего времени вопросы стандартизации проведения процедуры, дозировки ультразвукового контрастного препарата, унификации аббревиатур и наименований параметров количественной оценки, пороговых значений для диагностики злокачественных образований так и не были решены. Приемлемые показатели информативности параметров количественного анализа КУУЗИ щитовидной железы позволяют использовать их в дифференциальной диагностике злокачественных и доброкачественных узловых образований. Однако с целью решения обозначенных выше вопросов необ-

ходимо проведение дальнейших исследований на более многочисленных группах пациентов различных нозологий.

### Заключение

Таким образом, в нашем исследовании мы показали, что проведение контрастно-усиленного ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике рака

щитовидной железы представляет актуальное направление для проведения научных изысканий на сегодняшний день. И хотя нами были не выявлены диагностически значимые методики проведения исследования для дифференцировки отдельных нозологических форм, тем не менее показана высокая чувствительность и специфичность исследуемой методики в силу обладания последней высокой специфичности и чувствительности, в рассматриваемых нами тестах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. Изд. 3-е / Под ред. В. В. Митькова. М.: Видар, 2019. 720 с.
2. Бельцевич Д.Г., Ванушко В.Э. Современные аспекты диагностики узлового зоба // Эндокринная хирургия. 2018. № 3. С. 5–13.
3. Зубарев А.В., Федорова А.А., Чернышев В.В., Варламов Г.В., Соколова Н.А., Федорова Н.А. Применение эхоконтрастных препаратов в клинике и перспективы синхронизации УЗИ, КТ- и МРТ-изображений (собственный опыт и обзор литературы) // Медицинская визуализация. 2015. № 1. С.94–114.
4. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2016 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. 236 с.
5. Смирнова В.А., Семкина Г.В., Платонова Н.М., Ванушко В.Э. Папиллярная микрокарцинома щитовидной железы // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2015. Т. 11. № 2. С.11–24.
6. Cantisani V., Consorti F., Guerrisi A., Guerrisi I., Ricci P., Di Segni M., Mancuso E., Scardella L., Milazzo F., D'Ambrosio F., Antonaci A. Prospective comparative evaluation of quantitative-elasto-sonography (Q-elastography) and contrast-enhanced ultrasound for the evaluation of thyroid nodules: preliminary experience // Eur. J. Radiol. 2013. V. 82. No. 11. P. 1892–1898.
7. Cooper D.S., Doherty G.M., Haugen B.R., Kloos R.T., Lee S.L., Mandel S.J., Mazzaferri E.L., McIver B., Sherman S.I., Tuttle R.M.; American Thyroid Association Guidelines Taskforce. Management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer // Thyroid. 2016. V. 16. No. 2. P. 109–142.
8. Fleischer A.C., Niermann K.J., Donnelly E.F., Yankeelov T.E., Canniff K.M., Hallahan D.E., Rothenberg M.E. Sonographic depiction of microvessel perfusion: principles and potential // J. Ultrasound Med. 2015. V. 23. No. 11. P. 14991506.
9. Giusti M., Campomenosi C., Gay S., Massa B., Silvestri E., Monti E., Turtulici G. The use of semi-quantitative ultrasound elastosonography in combination with conventional ultrasonography and contrast-enhanced ultrasonography in the assessment of malignancy risk of thyroid nodules with indeterminate cytology // Thyroid Res. 2017. V. 7. No. 1. P. 9.
10. Hu Y., Li P., Jiang S., Li F. Quantitative analysis of suspicious thyroid nodules by contrast-enhanced ultrasonography // Int. J. Clin. Exp. Med. 2018. V. 8. No. 7. P. 11786–11793.
11. Jiang J., Huang L., Zhang H., Ma W., Shang X., Zhou Q., Gao Y., Yu S., Qi Y. Contrast-enhanced sonography of thyroid nodules // J. Clin. Ultrasound. 2015. V. 43. No. 3. P. 153–156.
12. La Vecchia C., Malvezzi M., Bosetti C., Garavello W., Bertuccio P., Levi F., Negri E. Thyroid cancer mortality and incidence: a global overview // Int. J. Cancer. 2015. V. 136. No. 9. P. 2187–2195. Doi: 10.1002/ijc.29251.
13. Sun B., Lang L., Zhu X., Jiang F., Hong Y., He L. Accuracy of contrast-enhanced ultrasound in the identification of thyroid nodules: a metaanalysis // Int. J. Clin. Exp. Med. 2015. V. 8. No. 8. P. 12882–12889.
14. Wendl C.M., Janker M., Jung W., Stroszczynski C., Jung E.M. Contrast-enhanced ultrasound with perfusion analysis for the identification of malignant and benign tumours of the thyroid gland // Clin. Hemorheol. Microcirc. 2015. V. 63. No. 2. P. 113–121. Doi: 10.3233/CH-151966.
15. World Health Organization Classification of Tumours. Pathology and Genetics. Tumours of Endocrine Organs / Ed. by DeLellis R., Llod R., Heitz P.U., Eng C. Lyon: IARC Press, 2014. P. 49–135.
16. Yu D., Han Y., Chen T. Contrast-enhanced ultrasound for differentiation of benign and malignant thyroid lesions: meta-analysis // Otolaryngol. Head Neck Surg. 2014. V. 151. No. 6. P. 909–915. Doi: 10.1177/0194599814555838.
17. Zhang Y., Zhou P., Tian S.M., Zhao Y.F., Li J.L., Li L. Usefulness of combined use of contrast-enhanced ultrasound and TI-RADS classification for the differentiation of benign from malignant lesions of thyroid nodules // Eur. Radiol. 2017. V. 27. No. 4. P. 1527–1536.
18. Zhao R.N., Zhang B., Yang X., Jiang Y.X., Lai X.J., Zhu S.L., Zhang X.Y. Diagnostic value of contrast-enhanced ultrasound of thyroid nodules coexisting with Hashimoto's thyroiditis // Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao. 2015. V. 37. No. 1. P. 66–70.

© Верзакова Ирина Викторовна, Путенихин Сергей Юрьевич (putenihin1970@yandex.ru),

Гумерова Гульнара Тагировна, Верзакова Ольга Владимировна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ФРАКТУРЫ ЭМАЛИ (CRAZELINES): ВМЕШИВАТЬСЯ ИЛИ МОНИТОРИТЬ?

### ENAMEL FRACTURES (CRAZE LINES): INTERVENE OR MONITOR?

**O. Gendugova  
D. Bozieva  
E. Nagoeva  
A. Hulaeva**

*Summary.* In this work, we studied enamel fractions by inspection, by optical microscopy and transillumination. The relationship between occlusion pathology, age and the number of enamel defects, which is necessary to justify the principles of treatment and prevention of this pathology, was revealed.

*Keywords:* defect, fracture, pulp necrosis, cracks, enamel-dentin border, tooth overload.

**Гендугова Оксана Мухарбиевна**

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский  
Государственный Университет им. Х.М. Бербекова  
oksistom@mail.ru

**Бозиева Джамиля Султановна**

Ассистент, Кабардино-Балкарский Государственный  
Университет им. Х. М. Бербекова  
dok132813@gmail.com

**Нагоева Эльнора Анатольевна**

Ассистент, Кабардино-Балкарский Государственный  
Университет им. Х. М. Бербекова  
ertana1985@mail.ru

**Хулаева Аминат Ибрагимовна**

Ассистент, Кабардино-Балкарский Государственный  
Университет им. Х. М. Бербекова  
aminahulaeva1996@mail.ru

**Аннотация.** В данной работе провели исследование фрактур эмали с помощью осмотра, методом оптической микроскопии и трансиллюминации. Выявили взаимосвязь патологии прикуса, возраста и количества дефектов эмали, что необходимо для обоснования принципов лечения и профилактики данной патологии.

**Ключевые слова:** дефект, перелом, некроз пульпы, трещины, перегрузка зубов, эмалево-дентинная граница.

### Введение

**Ф**рактуры в структурах зуба — это неполные переломы без разделения твердых тканей. Они бывают вертикальные, горизонтальные и косые. Когда они локализируются в пределах эмали и не продолжают в дентин, это не оказывает неблагоприятного влияния на функциональный прогноз зуба. Как известно, такие трещины — это предшественники «синдрома треснувшего зуба», поэтому их ранняя диагностика является главной задачей профилактики дальнейших осложнений.

Чем опасны эти трещины? В микроскопически линейных дефектах со временем начинается микробная инвазия, сначала в межпризменные пространства, а со времени может достичь эмалево-дентинного соединения. Могут развиваться грозные осложнения вплоть до некроза пульпы, поскольку трещины обеспечивают прямую дорогу бактериям по системе дентинных канальцев в пульпу. А со временем возможен полный перелом, что послужит причиной удаления зуба.

Трещины эмали, как правило, остаются незамеченными пациентами и обнаруживаются стоматологами при комплексном плановом обследовании зубов. И чаще всего они диагностируются во фронтальном отделе (83% случаев) Рис. 1, нежели в боковом сегменте.

### Цель исследования

Выявление особенностей корреляции между сопутствующей ортодонтической патологией, возрастом пациентов и наличием дефектов эмали.

### Материал и методы исследования

Нами были обследованы 62 пациента, обратившиеся в клинику за плановой терапевтической помощью на предмет наличия трещин эмали. Возраст пациентов варьировал от 19 до 58 лет.

Для исследования фрактур эмали применяли различные технологические приемы:



Группа обследуемых	Всего	Нарушение окклюзии	Трещина 1–2 зубов	Множественные Трещины эмали
До 30 лет	35	61%	17%	83%
После 30 лет	27	87%	0%	100%

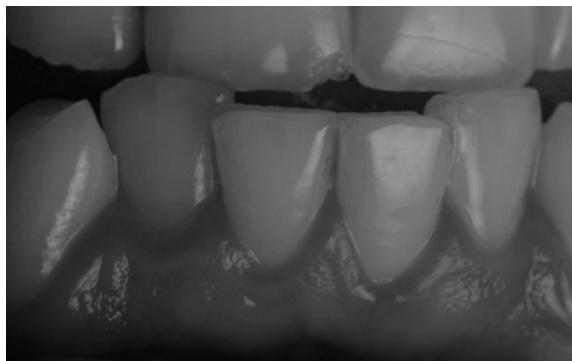


Рис. 1



Рис. 2. 2019г

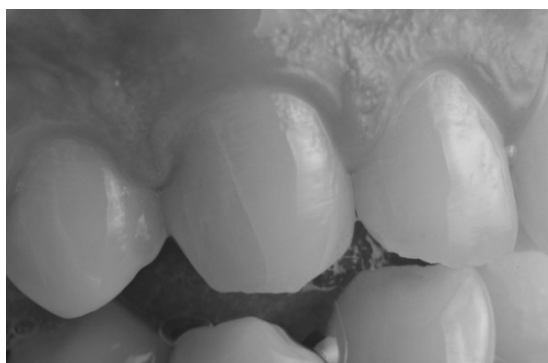


Рис. 3. 2018г



Рис. 4

- ◆ использование увеличения с помощью дентального бинокулярного микроскопа ZumaxMedical;
- ◆ использование метода трансиллюминации, с помощью стоматологического диодного лазера Doktor smile, для выявления полных или неполных трещин, что имеет принципиально важное значение при выборе тактики лечения;
- ◆ выявление трещин эмали путём окрашивания красителями.

Осмотр поверхности эмали проводили после профессиональной гигиены полости рта, на тщательно высушенной поверхности. Пациентов разделили на 2 возрастные группы: до 30 лет и после 30.

#### Результаты исследования

Типичным направлением расположения дефекта являлось продольное. Если в группе пациентов в возрасте

до 30 лет они диагностировались только при просвечивании оптическим источником света, где можно увидеть неравномерное рассеивание света по всей структуре зуба, то в группе пациентов старше 30 лет эти дефекты можно было идентифицировать как при визуальном исследовании, так и при зондировании. Полученные данные свидетельствуют о том, что имеющиеся разрывы в структуре зуба составляют больше 36 мкм. Именно у них хорошо использовать метод окрашивания, так как пигмент с легкостью проникает в дефекты и накапливается в них. В качестве пигмента можно использовать любой краситель из арсенала врача-стоматолога. Пигмент наноси стоматологическим брашем, смываем и верифицируем линейный дефект.

В течение года лечение вертикальных бессимптомных трещин не проводилось. В результате повторного осмотра и обследования выявлен значительный прогресс трещин на протяжении года: увеличилось их ко-

личество, протяженность (Рис. 2., рис .3.). Это связано с постоянными перегрузками вследствие нарушения окклюзии, поскольку, по различным причинам, необходимой ортодонтической помощи пациенты не получали.

У пациентов старшей возрастной группе отмечены присоединившиеся поражения эмали некариозного происхождения (клиновидный дефект), что усугубляет прогноз трещины, так как эти участки вследствие повышенной чувствительности недостаточно очищаются от налета и являются резервуаром для скапливания микроорганизмов. Рис. 4

### Выводы

1. Выявлена высокая распространенность фактур эмали. Пациентов с неполными трещинами эмали необходимо вести так же, как пациентов с начальными формами кариеса эмали, с соблюдением алгоритма лечения и адгезивного протокола. На сегодняшний день существуют множество препаратов для ремотерапии, но предпочтение отдается тем, которые не требуют многократного и инвазивного вмешательства, длительно фиксирующиеся на поверхности зуба, предотвращающие вымывание минеральных веществ. Пациентам с трещинами эмали рекомендуется вести

мониторинг дефекта с фотофиксацией на этапах наблюдения и лечения.

2. Пациентам с нарушениями окклюзии необходима консультация ортодонта с последующей коррекцией при помощи капп или миофункциональных аппаратов, для нормализации нагрузки на зубы. Давление на зубы при жевании должно равномерно распределяться без прямых травмирующих контактов. Нормализация нагрузки на зубы и устранение суперконтактов — это этиологическое симптоматическое лечение при данной патологии.
3. Достижение трещины слоев дентина, микробная инвазия с последующим выделением ими органических кислот, способствуют образованию «дентинной раны». Необходимо выбирать методы лечения с учетом механизма возникновения дефекта — реставрация с перекрытием, это минимизирует риск растрескивания и возникновения «синдрома треснутого зуба».

Нет сравнительных данных об эффективности того или иного метода лечения линейных дефектов, каждый врач полагается на свой опыт. Ранняя диагностика и вмешательства, приводящие к стабилизации треснувших фрагментов, являются важнейшей составляющей работы врача-стоматолога.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Макеева И. М. Электронно-микроскопическое исследование твердых тканей зуба при клиновидных дефектах. //И.М.Макеева, С. Ф. Бякова, В. П. Чувев// Стоматология — 2009 г.
2. Калинина Ж. П. Характеристика основных поверхностных травматических повреждений эмали зубов. Дис. канд.мед.наук., Барнаул, 2003 г.
3. Пихур О. Л. Состояние твердых тканей зубов у больных с двигательными дисфункциями. //Институт стоматологии.№ 1–2007 г.

© Гендугова Оксана Мухарбиевна ( oksistom@mail.ru ), Бозиева Джамия Султановна ( dok132813@gmail.com ),  
Нагоева Эльянора Анатольевна ( ertana1985@mail.ru ), Хулаева Аминат Ибрагимовна ( aminahulaeva1996@mail.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI 10.37882/2223–2966.2020.05.14

# СОВРЕМЕННЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА ЭТИОПАТОГЕНЕЗ, ДИАГНОСТИКУ И ТЕРАПИЮ ПАРАДЕНТАЛЬНОЙ КИСТЫ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

## MODERN VIEWS ON ETIOPATHOGENESIS, DIAGNOSIS AND THERAPY OF PARADENTAL CYST (LITERARY REVIEW)

**A. Zhevlakov  
I. Borodulina**

*Summary.* The literature review examines the prevalence of a paradental cyst, its etiology and pathogenesis in difficult eruption of the lower third molar, its retention and dystopia. Questions of differential diagnostics, features of clinical course and justification of tactics of pathogenetic therapy are described. The study was conducted based on the search and study of original articles on the etiopathogenesis, diagnosis and treatment of odontogenic cysts, paradental cysts with difficult wisdom tooth eruption in databases: Russian state library, eLibrary, PubMed, the Cochrane Library, Google Scholar. The selection of literary sources was carried out by keywords.

*Keywords:* odontogenic cysts, paradental cyst, lower third molar, wisdom tooth, wisdom tooth retention, wisdom tooth dystopia, wisdom tooth extraction.

**Жевлаков Андрей Андреевич**

Аспирант, ФГБ ВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова», Санкт-Петербург  
dr.zhevlakovandrey@mail.ru

**Бородулина Ирина Ивановна**

Д.м.н., профессор, ФГБ ВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова», Санкт-Петербург  
borodulina59@mail.ru

*Аннотация.* В литературном обзоре рассматриваются вопросы распространенности парадентальной кисты, этиологии и патогенеза её формирования при затрудненном прорезывании нижнего третьего моляра, его ретенции и дистопии. Описаны вопросы дифференциальной диагностики, особенностей клинического течения и обоснования тактики патогенетической терапии. Исследование проводили на основе поиска и изучения оригинальных статей по вопросам этиопатогенеза, диагностики и лечения одонтогенных кист, парадентальных кист при затрудненном прорезывании зуба мудрости в базах данных: Российская государственная библиотека, eLibrary, PubMed, The Cochrane Library, Google Scholar. Отбор литературных источников осуществлялся по ключевым словам.

*Ключевые слова:* одонтогенные кисты, парадентальная киста, нижний третий моляр, зуб мудрости, ретенция зуба мудрости, дистопия зуба мудрости, удаление зуба мудрости.

### Введение

**Р**азнообразие концепций и подходов к анализу этиопатогенеза парадентальной кисты обуславливает повышенный интерес к поиску высокоинформативных методов диагностики и обоснования патогенетической терапии.

### Цель работы

Анализ современных взглядов на вопросы этиологии и патогенеза парадентальной кисты, особенностей клинического течения, методов диагностики и патогенетической терапии.

### Материалы и методы

Исследование проводили на основе поиска и изучения оригинальных статей по вопросам этиопатогенеза, диагностики и лечения одонтогенных кист, парадентальных кист при затрудненном прорезывании зуба мудрости в базах данных: Российская государственная библиотека, eLibrary, PubMed, The Cochrane Library, Google

Scholar. Отбор литературных источников осуществлялся по ключевым словам.

### Результаты исследования

Парадентальная киста до недавнего времени считалась достаточно редким заболеванием, и впервые была выделена ВОЗ в качестве самостоятельной нозологической формы только в 1992 году. Это было обусловлено трудностями дифференциальной диагностики, когда ее рассматривали либо как «перикоронарит», либо как «боковую пародонтальную кисту», либо любое другое заболевание, обусловленное воспалением зубного фолликула [1]. Поэтому распространенность парадентальных кист считалась достаточно низкой по сравнению с другими кистами. Так, по данным одних авторов распространенность парадентальных кист составляла 3–5% от числа всех одонтогенных кист [2]. Данные других авторов подтверждали эти сведения: парадентальные кисты составляли 4,7% из 1051 одонтогенных кист [3]. Имеются сведения о частоте парадентальных кист в диапазоне от 0,9 до 4,7% от общего числа одонтогенных кист [4].

Испанскими учеными была изучена частота распространения различных типов одонтогенных кист путем проведения ретроспективного анализа 418 случаев одонтогенных кист у 380 пациентов, включенных в базу данных Центра хирургической стоматологии и имплантологии Барселонского университета за 10 лет. Было установлено, что чаще всего одонтогенные кисты встречались у мужчин (58,4%), средний возраст которых составил 42 года, с диапазоном от 7 до 83 лет. Самыми частыми диагнозами были «радикулярная киста» (50,2%) и «фолликулярная киста» (21,8%). Парадентальная киста среди одонтогенных кист по распространенности занимала 3-е место (20,8%) [5]. Чаще всего парадентальные кисты встречались у мужчин после 30 лет, хотя были зарегистрированы случаи и у детей [6]. Заслуживает внимания и тот факт, что распространенность разных типов одонтогенных кист в динамике 10-летнего ретроспективного исследования имела разнонаправленные характеристики: показатель распространенности фолликулярных кист снижался, а радикулярных и парадентальных кист увеличивался [7].

Недавними исследованиями японских ученых было показано, что самая высокая частота одонтогенных кист отмечена в возрасте 30 лет. Несмотря на это, средний возраст пациентов составлял  $46,0 \pm 13,4$  лет. По-видимому, это было обусловлено высокой распространенностью данной патологии у лиц, намного старше 40 лет и у лиц в возрасте 20 лет и моложе [8]. Что касается гендерного распределения, то многие клинические наблюдения отмечают явную предрасположенность у мужчин к развитию одонтогенных кист [9].

В отечественной литературе вопросы этиопатогенеза, клиники и диагностики парадентальных кист освещены недостаточно и публикации о них носят единичный характер. Так, если происхождение радикулярных одонтогенных кист связано с хроническим воспалением в периодонте, происхождение фолликулярных кист объясняется нарушением развития зубного фолликула, то возникновение парадентальных кист до конца не выяснено [10]. До сих пор существуют различные, порой противоречивые, взгляды по вопросам этиологии и патогенеза данного заболевания. В этой связи непонятно, что является пусковым механизмом происхождения парадентальной кисты [11].

Зуб мудрости в области формирования парадентальной кисты, является, как правило, жизнеспособным. Обычно на верхней челюсти зуб мудрости имеет один корень, а на нижней челюсти два корня. В литературе имеются сведения, что у представителей азиатского континента нормальным явлением считается наличие трех корней у нижнего зуба мудрости, что объясняется

генетической предрасположенностью [12, 13]. Среди генетически обусловленных аномалий зубов мудрости, является микроденция, которая характерна для боковых резцов верхней челюсти и зубов мудрости нижней челюсти [14]. Имеются также литературные данные о том, что зубы мудрости в 86% случаев на верхней челюсти и в 52,4% случаев на нижней челюсти имеют слитые водино корни [15].

Обычным явлением, связанным с затрудненным прорезыванием нижнего зуба мудрости, является его импакция, обусловленная механическим препятствием для его роста со стороны уже прорезывавшегося нижнего второго моляра [16]. В исследованиях, занимавшихся вопросами импакции нижнего зуба мудрости, гендерной предрасположенности выявлено не было [17]. По данным ряда авторов, 70% импакций характеризуются наличием перикоронарита, повреждением соседнего второго моляра или формированием кисты в области корня нижнего зуба мудрости [18, 19].

Патогенез парадентальной кисты при затрудненном прорезывании зуба мудрости часто связывают с возникновением костного кармана в дистальном отделе нижней челюсти, выполненного фиброзной тканью с наличием эпителиальных клеток Малассе. Именно эпителиальные клетки Малассе, происходящие из периодонта интактного зуба мудрости, запускают процесс формирования оболочки, высланной многослойным плоским эпителием, и развитию кисты прорезывания [20].

Сведения об участии эпителиальных клеток Малассе в этиологии парадентальной кисты впервые появились в литературных источниках в 80-х годах прошлого столетия. Патогенез парадентальной кисты связывали с воспалительным компонентом, являвшимся пусковым механизмом патологической активности эпителиальных клеток Малассе. Происхождение парадентальной кисты рассматривали из редуцированного эпителия эмали в результате одностороннего расширения зубного фолликула на фоне вторичного воспаления периодонта и пародонта [21]. Воспалительное происхождение парадентальной кисты было обусловлено перикоронаритом во время прорезывания зуба мудрости, а наиболее вероятными источниками эпителия кисты, по мнению авторов, являлся редуцированный эмалевый эпителий Малассе [22].

В этиопатогенезе парадентальных кист хроническое воспаление в области нижнего третьего моляра и, в частности, перикоронарит имеет основополагающее значение. Хроническому воспалению могут также способствовать полуразрушенные нижние третьи моляры, провоцируя воспаление под слизистой оболочкой десны [23].

Формированию парадентальной кисты может способствовать адгезия пародонтального кармана к эмали и цементу зуба с последующим воспалением [24]. Некоторые авторы описывают адгезию пародонтального кармана к твердым тканям зуба как «спаянно-сулькулярный эпителиальный механизм» происхождения парадентальной кисты [25]. Вследствие последующего воспаления спаянно-сулькулярного участка пародонта формируется парадентальная киста в непосредственной близости к шейке зуба со стороны боковой поверхности корня [26].

А. Mohan et al. (2017) показали, что формированию парадентальной кисты могут способствовать повторный воспалительный процесс в периодонте либо рецидив перикоронарита. Нагноение проникает через пародонтальный карман или зубодесневую щель. Поражается щечно-дистальная, реже мезиальная поверхность частично или полностью прорезывавшегося интактного жизнеспособного зуба мудрости [27].

В литературе встречаются такие синонимы парадентальной кисты, как «киста затрудненного прорезывания зуба мудрости», «ретромолярная киста». Это обусловлено тем, что при затрудненном прорезывании третьего моляра нижней челюсти между челюстной костью и зубом мудрости формируется костный карман, заполненный фиброзной тканью. По мере закрытия сообщения костного кармана с полостью рта, образуется изолированная полость с формированием парадентальной кисты [28].

Причинами затрудненного прорезывания нижних зубов мудрости являются неблагоприятные топографо-анатомические условия, обусловленные недостатком места в нижней челюсти. Гайворонский И. В. и соавт. (2015) провели краниометрические измерения на 250 черепах взрослых людей с целью выявления анатомических причин, способствующих затрудненному прорезыванию зубов мудрости. Для этого изучали основные морфометрические характеристики нижней челюсти, а также взаимосвязь этих признаков с основными морфометрическими параметрами лицевого черепа. Установлено, что основной причиной затрудненного прорезывания зуба мудрости является диспропорция размеров его коронковой части и размеров участка тела нижней челюсти для адекватного позиционирования зуба. Комплексные морфометрические исследования черепов показали, что затрудненное прорезывание нижних зубов мудрости чаще встречается у лептопрозопов, чем у мезо- и эурипрозопов, что обусловлено меньшими показателями ретромолярного пространства у лептопрозопов [29].

Размеры челюстей, рост лица и размеры зубов варьируют в зависимости от расовой принадлежности, эт-

нической культуры и наследственных факторов и также влияют на процесс прорезывания зубов мудрости [30]. Атипичное расположение зачатка нижней челюсти третьего моляра, патология роста и развития нижней челюсти приводят к аномалии положения сформировавшегося нижнего восьмого зуба (дистопии), а также к задержке процесса прорезывания (ретенции). Неправильное положение зуба мудрости в челюсти нередко способствует развитию воспалительного процесса, длительное существование которого подготавливает почву для возникновения перикоронарита [31, 32].

Особенностям развития перикоронарита при затрудненном прорезывании зуба мудрости посвящено исследование индийских ученых. Авторы установили, что в возрастном аспекте перикоронарит чаще всего ассоциируется с возрастом 20–29 лет, в гендерном аспекте более распространен среди женщин (62,7%). Авторы объясняют это тем, что у женщин челюсти перестают расти раньше, чем у мужчин, когда нижние зубы мудрости только начинают прорезываться. Замечено также, что беременность провоцирует развитие перикоронарита, особенно во втором триместре. Большое значение авторы уделили влиянию углу наклона зуба мудрости в нижней челюсти на развитие перикоронарита. Дистоангулярный наклон преобладал над другими положениями зуба и составлял 49,5%, а меньше всего перикоронарит встречался при горизонтальном положении зуба. По мнению авторов, при дистоангулярном наклоне зуба мудрости толстая слизистая ретромолярная подушка подвергается высокому давлению, перфорируется и способствует частичному открытию коронки зуба [33].

Сформировавшийся капюшон заполняется и накапливает пищевые остатки, инфицируется и воспаляется [34]. Если лечение является симптоматическим, заболевание переходит в хроническую стадию с периодическими обострениями. Зубы мудрости, частично покрытые мягкими тканями, больше подвержены периодическому воспалению по сравнению с зубами мудрости, полностью ретенционными в челюстной кости или с полностью прорезывавшейся коронкой зуба [35].

Если дистоангулярный наклон ретенированного зуба мудрости способствует развитию перикоронарита, то мезоангулярный наклон этого зуба проявляется импакцией соседнего второго моляра. Третий моляр, который частично прорезан и занимает мезоангулярное положение, способствует поражению соседнего второго моляра в виде развития кариеса в дистальном отделе шейки зуба [36, 37]. Установлено, что в 59% случаев на нижней челюсти и в 38% случаев на верхней челюсти импакции вызывают повреждение соседних вторых моляров в виде кариеса, резорбции межзубной перегородки или формирования кисты [38, 39].

Объективным анатомо-топографическим критерием нормальных размеров нижней челюсти для полноценного прорезывания зуба мудрости является величина «ретромолярного расстояния» (расстояние между дистальным краем коронки второго моляра и нижнечелюстным отверстием соответствующей стороны нижней челюсти). Согласно антропометрическим измерениям, проведенным в 1971 году А. Т. Руденко, физиологическая величина ретромолярного расстояния должна быть равна 29 мм. В челюстях с ретинированными зубами мудрости величина ретромолярного расстояния сокращалась вплоть до 22,4 мм. В специальной литературе физиологическая величина ретромолярного расстояния именуется как «положительная диастема по А. Т. Руденко» [40].

Исследования, проведенные А.К. Иорданишвили и соавт. (2017) с помощью КЛКТ челюстных костей у пациентов с полностью прорезывавшимися зубами мудрости показали, что величина ретромолярного расстояния на нижней челюсти должна составлять не менее 26,5 мм. Расстояние между дистальным краем второго нижнего моляра и передним краем ветви нижней челюсти должно быть не менее 14,5 мм при толщине альвеолярной части нижней челюсти в ретромолярной зоне не менее 13,5 мм. Авторы подчеркивают, что даже при наличии необходимого объема костной ткани в области нижних зубов мудрости для их прорезывания необходимо отсутствие снижения высоты альвеолярной части нижней челюсти [41].

Ряд авторов считают, что возникновению парадентальной кисты во многом способствует положение нижнего зуба мудрости. Так, основными положениями нижних восьмых зубов, при которых формируются парадентальные кисты, явились дистально-косое положение и горизонтальное положение, с расположением части ретинированного зуба в области ветви нижней челюсти [42].

Ученые S. Núñez-Urrutia, R. Figueiredo, C. Gay-Escoda (2010) из Барселонского университета изучали предпочтительные места локализации парадентальных кист. При этом они учитывали пол, возраст, клиническую картину (размер и расположение очага), рентгенологическую картину, продолжительность заболевания, проведенное лечение, наличие осложнений и рецидивов. Было установлено, что размеры поражения парадентальных кист варьировали от 2 до 60 мм, при этом средний размер составил 18,4 мм. Наиболее предпочтительным местом локализации одонтогенных кист являлась нижняя челюсть (61.5%), а именно область нижнего зуба мудрости (36.8%). Что касается локализации парадентальных кист, то по результатам представленного исследования, на область нижних третьих моляров приходилось 97,7%.

Этот факт совпадает с данными, свидетельствующими о распространенности данного вида кист в области нижнего третьего моляра в 99,4% случаев, причем двусторонние локализации отмечены в 23,6%. На рентгенограмме они имеют форму полумесяца, с четкими ровными краями и наложением на область корней [43].

Однако литературные сведения о распространенности парадентальных кист в области нижнего зуба мудрости не всегда совпадают. Так, по одним данным, парадентальные кисты в области нижних третьих моляров по распространенности занимают 2-е место из всех видов одонтогенных кист (25%). По другим данным, парадентальные кисты в области нижних третьих моляров располагаются 61,4% случаев [44].

Парадентальная киста локализуется в основном в области нижней челюсти и, почти всегда, на дистальной или щечной стороне полностью или частично прорезавшегося третьего моляра. Тем не менее, очень редко, но все же имеет место быть задействованными как мезиальная поверхность, так и язычная поверхность нижнего зуба мудрости [45].

Кроме того, имеются сведения о нетипичных местах локализации парадентальных кист, а именно в области нижнего второго моляра и нижнего первого и второго моляра. Y. Morimoto, T. Tanaka, I. Nishida et al., (2004) рассматривали эти вариации клинического вида кисты как две самостоятельные группы. Первая группа была связана со вторым постоянным нижним моляром, первым и вторым моляром; вторая группа была связана только с третьим нижним моляром.

В литературе описан редкий клинический случай формирования парадентальной кисты в области нижнего зуба мудрости, слившегося с редуцированным сверхкомплектным моляром. Гистологически было установлено, что слияние зубов произошло на стадии формирования зубных зачатков. Подобные случаи слияния обычно отмечают со стороны молочных зубов во фронтальном отделе челюстей. Этиология и патогенетические механизмы слияния зачатков зубов до конца не изучены. Есть мнение, что давление соседних зубных фолликулов вызывает контакт наиболее близкорасположенных зачатков, что вызывает их плотный контакт с последующей кальцификацией. В данном клиническом случае зуб мудрости располагался горизонтально и сливался с сверхкомплектным зубом. Со стороны сверхкомплектного рудиментированного зуба размещалась парадентальная киста в непосредственной близости от корня зуба мудрости. В анамнезе заболевания у пациента был установлен хронический рецидивирующий перикоронарит, что объясняет связь парадентального кармана (капюшона) с парадентальной кистой [46].

В.Ф. Черныш (2018) считает, что парадентальные кисты по гистологическому строению принципиально не отличаются от других одонтогенных кист; выстланы многослойным плоским неороговевающим эпителием. A. S. Pinto, A. L. Costa, M. C. Pinto et al. (2016), в связи с тем, что гистопатологические данные при рутинном окрашивании гематоксилином и эозином не являются патогномичными, важное значение для установления окончательного диагноза придают корреляции с клиническими и визуализационными характеристиками.

Японскими учеными S. Maruyama, M. Yamazaki, A. Tatsuya (2015) также показано, что стенки парадентальной кисты выстланы преимущественно незрелой грануляционной тканью с участками расширенных сосудов и кровоизлияний, а межклеточное пространство заполнено воспалительными инфильтрациями. Тонкие хаотично разбросанные эпителиальные тяжи соединяют участки оболочки со связочным аппаратом периодонта.

M. Terauchi, S. Akiya, J. Kumagai et al. (2019) дифференцируют парадентальную кисту с примордиальной (кератокистой) кистой и боковой кистой пародонта. Примордиальные кисты могут возникать в любой период жизни. Возникновение кератокист не связывают напрямую с формированием коронки, так как они развиваются после полного завершения формирования зуба, окружая его весь целиком. Чаще всего в патологический процесс вовлекается нижний зуб мудрости, который бывает глубоко погружен в костную ткань и имеет, как правило, мезиальный наклон.

Примордиальная киста не имеет при этом какой-либо существенной корреляции между своим размером и возрастом пациента. Вне зависимости от возраста больного, киста, на фоне отсутствия клинических симптомов и болевой симптоматики, может достигать столь больших размеров, что они могут приводить к патологическому перелому нижней челюсти [47].

Есть мнение, что на величину примордиальной кисты влияет глубина погружения ретинированного зуба в челюсти и толщина кости, покрывающей этот зуб. Объясняют это тем, что киста возникает из восстановленного эпителия эмали и растет под внутренним давлением жидкости, расположенной в пространстве между стенкой кисты и коронкой зуба. Из этого легко понять, что примордиальные кисты легко растут вокруг зуба, полностью окруженного костной тканью и, чем толще костная ткань над зубом, тем выше внутреннее давление жидкости внутри кисты [48].

Большой интерес представляет величина ангуляции ретенированного зуба, погруженного в кисту. Величина ангуляции зуба определялся углом, образованным

между пересекающимися продольными осями второго и третьего моляров. Наибольшую частоту встречаемости ангуляции имело горизонтальное положение зуба (36,3%), за ним следовали инверсия (32,5%) и мезо-угловое положение (25,4%). Существует вероятность того, что инверсия (перевернутое положение) третьих моляров нижней челюсти, связанное с зубочелюстной кистой, является следствием изменения положения зуба по мере увеличения размеров кисты [49].

B. R. Chrcanovic, R. S. Gomez (2019) в своем исследовании описывают редкую форму примордиальной кисты, которую иногда называют боковой кистой пародонта (боковая периодонтальная киста, латеральная периодонтальная киста), прилежащей к корню зуба и не имеющей признаков воспаления. Латеральная периодонтальная киста имеет сходные клинические и гистоморфометрические признаки с десневой кистой. Данные виды кист имеют похожие места локализации, а именно, переднее расположение: поражения в области резцов и клыков; расположение в области премоляров; заднее расположение: поражения в области моляров и ретромолярном участке. Латеральная периодонтальная киста может сопровождаться повреждениями подлежащей кортикальной пластинки с ее эрозиями и перфорациями, расшатыванием зуба. На рентгенограмме резорбция костной ткани может сочетаться с резорбцией корня по всей его протяженности [50].

Клиника парадентальных кист не имеет характерных специфических признаков. Поэтому из-за сложностей в диагностике парадентальные кисты распознаются не всегда, и часто принимаются за фолликулярные кисты с соответствующим им лечением. Парадентальная киста, как правило, возникающая в области непрорезавшегося полуретенированного нижнего зуба мудрости, растет бессимптомно и, поэтому выявить её в начальной стадии развития бывает очень сложно [51, 52].

Нередко кисту обнаруживают случайно на ортопантограммах при проведении общесанационных стоматологических мероприятий или при обследовании по поводу затрудненного прорезывания зуба мудрости. По мере роста парадентальной кисты в ретромолярной области полуретенированного зуба мудрости появляется локальная безболезненная припухлость. Исследования, проведенные с помощью электроодонтометрии, подтверждают жизнеспособность зуба (от 2 до 6 мкА) [53].

На рентгенограммах выявляется разряжение костной ткани позади непрорезавшегося зуба мудрости округлой или овальной формы с четкими границами в виде полосы остеосклероза, расположенное в области угла или ветви нижней челюсти. Примечательным является

тот факт, что в области верхушки полуретенированного зуба мудрости сохраняется периодонтальная щель, а сама парадентальная киста располагается возле зуба и охватывает только часть его коронки; расширения периодонтальной щели не наблюдается на всем протяжении непораженной части корня зуба [54].

Рентгенологическое исследование играет важную роль в диагностике, определяет размер поражения и отношение к смежным анатомическим структурам. Однако на рентгенограммах парадентальная киста часто неправильно интерпретируется, так как она может иметь атипичными клинические и рентгенологические особенности [55]. Для повышения информативности и достоверности диагностики большое значение имеют конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) [56, 57]. КТ-изображения дают трехмерные изображения костных структур, улучшают контрастирование тканей и обеспечивают лучшее разграничение границ поражения и точных измерений кисты. Однако они не позволяют визуализировать содержимое очага поражения [58, 59].

Анализ содержимого очага поражения должен быть обязательным для отличия от других одонтогенных поражений. Такую возможность представляет МРТ-сканирование кисты с низкой и средней интенсивностью сигнала на T1-взвешенных изображениях и высокой интенсивностью сигнала на T2-взвешенных изображениях, что согласуется с высокой концентрацией белка и смешанным воспалительным клеточным инфильтратом. В связи с этим МРТ-исследование может предоставить дополнительную информацию относительно жидкого компонента поражения [60].

Операция удаления ретенированного нижнего зуба мудрости является довольно сложной хирургической процедурой, обусловленной особенностями анатомо-топографических характеристик удаляемого зуба. Сюда относятся большое разнообразие формы зубов мудрости, количества и формы их корней, патологических изменений в окружающих тканях (образование парадентальных кист). Традиционная методика удаления ретенированного зуба мудрости по Г.Д. Житницкому сопровождается значительным объемом повреждений костной ткани и мягких тканей. Постэкстракционная рана заживает вторичным натяжением, а воспалительные осложнения в послеоперационном периоде составляют от 14% до 35% [61, 62].

В современной литературе встречается неоднозначное отношение хирургов к вопросу использования остеорепаративных средств, используемых для заполнения постэкстракционной костной раны. Одни авторы предпочитают тактику ведения раны под кровяным сгуст-

ком и йодоформной турундой [63, 64]. Другие авторы используют для замещения дефекта различные смеси биоматериалов [65, 66]. Дискуссионным остается вопрос о необходимости использования биорезорбируемых мембран, как факторов оптимизирующих процессы заживления слизистой оболочки над костным дефектом. В этой связи проведение исследований по определению эффективности использования остеопластических средств нового поколения, а также биорезорбируемых мембран при удалении ретенированных нижних третьих моляров являются весьма актуальными.

Для оценки влияния остеопластического материала «Коллост» на регенерацию костной ткани и тонкой коллагеновой биорезорбируемой мембраны «Коллост» на заживление слизистой оболочки были проведены экспериментальные исследования на животных. Полученные данные показали высокий уровень интенсивности остеорепаративного процесса в костной ране, заполненной препаратом «Коллост» в сочетании с биорезорбируемой мембраной «Коллост»; данные рентгенологического исследования и эхоостеометрии указывали на более интенсивные процессы костеобразования в области удаленных зубов. Применение препарата «Коллост» в сочетании с биорезорбируемой мембраной «Коллост» при удалении ретенированных и полуретенированных третьих нижних моляров позволило снизить количество послеоперационных осложнений на 41,9% по сравнению с пациентами, где заживление раны происходило по традиционной методике [67].

Остеопластические материалы должны обладать остеоиндуктивностью, биорезистентностью, биосовместимостью, а также способностью выполнять и поддерживать объем дефекта костной ткани. Большое клиническое применение получили композиции гидроксиапатита с коллагеном, способствующие пролиферации фибробластов, васкуляризации близлежащих тканей и формированию новой костной ткани с последующей её перестройкой. Основой для проведения метода тканевой инженерии является присутствие субстрата-носителя и наличие биореакторов, к которым относятся мезенхимальные и стромальные клетки, обогащённая тромбоцитами плазма (ОТП) [68]. Применение ОТП для ускорения роста кости и мягких тканей в настоящее время стало одним из наиболее востребованных направлений в челюстно-лицевой хирургии. ОТП способствует увеличению остеогенной активности и оптимизации процессов репаративного остеогенеза. Метод костной пластики при хирургическом лечении ретенированных дистопированных нижних третьих моляров с использованием комбинации остеопластического материала «Стимул-ОСС» и обогащённой тромбоцитами аутоплазмы является по мнению авторов патогенетически обоснованным [69].



Т.Л. Маругина и соавт. (2012) с целью поиска альтернативного способа цистэктомии парадентальных кист, сопровождающих болезни прорезывания нижних восьмью зубов провели сравнительный анализ двух оперативных методов лечения: традиционного способа и метода пьезохирургии. При применении метода компакт-остеотомия над ретенцированным зубом осуществлялась при помощи ультразвукового аппарата Piezon Master Surgery, далее энуклеация зуба и цистэктомия с последующим удалением зоны склероза. Удаление зоны склероза при помощи пьезохирургии снижало степень ожога костной ткани и способствует уменьшению коллатерального отека, заживлению раны первичным натяжением и снижению сроков временной нетрудоспособности пациента. Ближайшие результаты характеризовались отсутствием выраженного коллатерального отека в 100% случаев; заживление

раны осуществлялось первичным натяжением в 100% случаев. Данный результат авторы связывают с принципом работы ультразвукового аппарата, не генерирует большого количества тепла, и, тем самым, оказывает менее выраженное повреждающее действие на ткани [70].

## ВЫВОДЫ

Проведенный обзор литературных источников по вопросам этиопатогенеза, диагностики и терапии парадентальных кист показал актуальность избранного исследования, требующего дальнейших глубоких научных изысканий и практических наблюдений.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Paradental Cyst (Inflammatory Collateral Cyst): A True Clinicopathologic Entity / R. Rajendran, H. Pillai, K. A. Fouzan, A. Sukumaran // *Oral and Maxillofacial Pathology Journal*. — 2015 July-December. — 6 (2). — P. 621–624. — URL: <https://www.researchgate.net/publication/279755611>
2. Magnusson B. The paradental cyst a clinicopathologic study of 26 cases. / B. Magnusson, H. Borrmann // *Swed Dent J*. — 1995. — 19 (1). — P. 17.
3. Craig G. T. The paradental cyst: a specific inflammatory odontogenic cyst // *Br Dent J*. — 1976 Jul. — 141(1). — P. 914.
4. The inflammatory paradental cyst: a critical review of 342 cases from a literature survey, including 17 new cases from the author's files. / H. P. Philipsen, P. A. Reichart, I. Ogawa [et al.] // *J Oral Pathol Med*. — 2004. — 33. — P. 147–55.
5. Núñez-Urrutia S. Retrospective clinicopathological study of 418 odontogenic cysts / S. Núñez-Urrutia, R. Figueiredo, C. Gay-Escoda. — DOI: 10.4317/medoral.15.e767 // *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. — 2010 Sep. — 1. — 15 (5). — P. 767–73.
6. Paradental cyst is an inclusion cyst of the junctional/sulcular epithelium of the gingiva: histopathologic and immunohistochemical confirmation for its pathogenesis / S. Maruyama, M. Yamazaki, A. Tatsuya // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. — 2015 Aug. — 28. — 120(2). — P. 227–237.
7. Chrcanovic B. R. Paradental (mandibular inflammatory buccal) cyst / B. R. Chrcanovic, B. M. Reis, B. Freire-Maia // *Head Neck Pathol*. — 2011 Jun. — 5(2). — P. 159–164.
8. An Analysis of Dentigerous Cysts Developed around a Mandibular Third Molar by Panoramic Radiographs / M. Terauchi, S. Akiya, J. Kumagai [et al.]. — DOI: 10.3390/dj7010013 // *Dent. J*. — 2019. — 7. — 13. — URL: <https://doi.org/10.3390/dj7010013>
9. A clinicopathological study of 338 dentigerous cysts / H. P. Lin, Y. P. Wang, H. M. Chen [et al.] // *J. Oral Pathol. Med*. — 2013. — 42. — P. 462–467.
10. Cysts and Pseudocysts of the Oral Cavity: Revision of the Literature and a New Proposed Classification / D. Menditti, L. Laino, M. Di Domenico [et al.]. — DOI: 10.21873/invivo.11340. // *In Vivo*. — 2018. — Vol. 32 (5). — P. 999–1007. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6199599/>
11. Пономарёв А. А. Закономерности строения верхней и нижней челюстей в норме, при различных видах ретенции и отсутствии зубов мудрости: специальность 14.03.01 «Анатомия человека», 14.01.14 «Стоматология»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Пономарёв Александр Анатольевич. — Санкт-Петербург, 2018. — 40 с. — Место защиты: Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова.
12. Singh S. Root canal morphology of South Asian Indian maxillary molar teeth / S. Singh, M. Pawar // *Eur J Dent*. — 2015. — 9. — 19. — P. 133–144.
13. Genetic, environmental and epigenetic influences on variation in human tooth number, size and shape / G. Townsend, M. Bockmann, T. Hughes, A. Brook // *Odontology*. — 2012. — 100. — P. 1–9.
14. Sharma A. Concomitant hypodontia and unusual dental anomalies in families / A. Sharma, S. Sharma, V. P. Singh // *Journal of Health Specialties*. — 2014. — 2. — P. 82–86.
15. Ross I. F. Root fusion in molars: incidence and sex linkage / I. F. Ross, P. A. Evanchik // *J Periodontol*. — 1981. — 52. — P. 663–667.
16. 3rd Molar variations via radiograph / J. Ghazfa, S. Maha, B. Hasan [et al.]. — DOI: 10.15761/BEM.1000121 // *Biol Eng Med*. — 2017. — Vol. 2(3). — P. 1–6.
17. Incidence of impacted mandibular third molars in population of Bosnia and Herzegovina: a retrospective radiographic study / S. Secic, S. Prohic, S. Komsic, A. Vukovic // *Journal of Health Sciences*. — 2013. — 3. — P. 211–216.
18. The Prevalence Rate of Third Molar Impaction among Jeddah Population / A. M. Bayoumi, R. Baabdullah, A. F. Bokhari, M. Nadershah // *Int J Dent Oral Health*. — 2016. — 2. — P. 10–14.
19. Saving the 2nd Molar from the 3rd Is it Really the Guilt of the Tilt? / P. Yadav, P. J. Pruthi, R. R. Nawal [et al.] // *Clin Diagn Res*. — 2016. — 10. — P. 17–19.
20. Черныш В. Ф. Совершенствование диагностики парадентальных кист челюстей // Междисциплинарный подход к диагностике, лечению и профилактике заболеваний тканей пародонта, у пациентов с сахарным диабетом: сб. мат. I междунар. науч.-практ. конф. — Санкт-Петербург, 2018. — С. 64–66.

21. Ackermann G. The paradental cyst: a clinicopathologic study of 50 cases / G. Ackermann, M. A. Cohen, M. Altini // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* — 1987 Sep. — 64 (3). — P. 308312.
22. Vedtofte P. The inflammatory paradental cyst / P. Vedtofte, F. Praetorius // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* — 1989 Aug. — 68(2). — P. 182188.
23. Histopathological evaluation of dental follicle associated with radiographically normal impacted mandibular third molars / N. Haidry, M. Singh, N. S. Mamatha [et al.]. — DOI: 10.4103/ams.ams\_215\_18. // *Ann Maxillofac Surg.* — 2018. — 8. — P. 259–264.
24. Fowler C. B. The paradental cyst: a clinicopathologic study of six new cases and review of the literature / C. B. Fowler, R. B. Brannon // *J Oral Maxillofac Surg.* — 1989 Mar. — 47(3). — P. 243248.
25. Characteristic MRI and cone beam CT findings in a case of paradental cysts arising in the bilateral retromolar regions of the mandible / A. S. Pinto, A. L. Costa, M. C. Pinto [et al.] // *Journal of Oral and Maxillofacial Radiology.* — 2016. — Vol. 4 (3). — P. 83.
26. Inflammatory paradental cyst (IPC) in the mandibular premolar region in children / Y. Morimoto, T. Tanaka, I. Nishida [et al.] // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* — 2004. — 97. — P. 286–293.
27. Mohan A. Inflammatory paradental cyst on the distobuccal aspect of an impacted mandibular third molar: A case report / A. Mohan, T. T. Sivakumar, A. P. Joseph [et al.] // *Int. J. Case Rep. Images.* — 2017. — Vol. 8 (9). — P. 592–596.
28. Paradental cyst of the first molar: A report of two cases / A. E. Borgonovo, S. Speroni, A. Fabbri, G. B. Grossi // *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* — 2010 Apr-Jun. — 28(2). — P. 116–120.
29. Анатомические причины развития ретенции третьих моляров на нижней челюсти / И. В. Гайворонский, В. Н. Николенко, А. К. Иорданишвили [и др.] // *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье».* — 2015. — № 2. — С. 61–65.
30. Radiographic assessment of agenesis, impaction, and paradental radiolucencies in relation with third molar in Nashik City of Maharashtra / B. S. Ahire, A. R. Bhoosreddy, S. [et al.] // *Journal of Dental and Allied Sciences.* — 2016. — 5. — P. 3–9.
31. Диагностика и лечение затрудненного прорезывания нижних третьих моляров, осложненного перикоронаритом / Т. А. Пояркова, О. В. Войковский, Н. С. Ковалева, Н. М. Стефанцов // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии.* — 2014. — Т. 13. — № 3. — С. 107–110.
32. The predictivity of mandibular third molar position as a risk indicator for pericoronitis: A prospective study / P. Singh, P. Nath, S. Bindra [et al.]. — DOI: 10.4103/njms.NJMS\_13\_17. // *Natl. J. Maxillofac. Surg.* — 2018. — Vol. 9 (2). — P. 215–221. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6251300/>
33. The predictivity of mandibular third molar position as a risk indicator for pericoronitis: A prospective study / P. Singh, P. Nath, S. Bindra [et al.]. — DOI: 10.4103/njms.NJMS\_13\_17 // *National Journal of Maxillofacial Surgery.* — 2018 July-December. — Vol. 9. — Issue 2. — P. 215–221.
34. Murad N. Predisposing factors for the infection of mandibular third molars / N. Murad, Y. Khan, F. A. Qaiyum // *Pak Oral Dent J.* — 2013. — 33. — P. 253–256.
35. Factors associated with pericoronitis among subjects with impacted third molars teeth / S. A. Al-Hamdani, M. M. Al-Sened, K. T. Hussein, A. S. Al-Naaimi // *MDJ.* — 2011. — 8. — P. 193–201.
36. Impacted lower third molars and distal caries in the mandibular second molar. Is prophylactic removal of lower third molars justified? / J. Marques, Montserrat-M. Bosch, R. Figueiredo [et al.]. — DOI: 10.4317/jced.53919. // *J. Clin. Exp. Dent.* — 2017. — Vol. 9 (6). — P. e794-e798. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5474337/>
37. Hashemipour M. A. Incidence of impacted mandibular and maxillary third molars: a radiographic study in a Southeast Iran population / M. A. Hashemipour, M. Tahmasbi-Arashlow, F. Fahimi-Hanzaei // *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* — 2013. — 18. — P. 140–145.
38. Effect of eruption status of the mandibular third molar on distal caries in the adjacent second molar / F. Kang, C. Huang, M. K. Sah, B. Jiang. — DOI: 10.1016/j.joms.2015.11.024. PMID: 26706495 // *J. Oral Maxillofac. Surg.* — 2016. — Vol. 74. — P. 684–692.
39. Pathological sequelae of “neglected” impacted third molars / H. R. Stanley, M. Alattar, W. K. [et al.] // *Collett J Oral Pathol.* — 1988. — 17. — P. 113–117.
40. Руденко А. Т. Патология прорезывания зубов мудрости / А. Т. Руденко. — Ленинград: Москва. — 1971. — 80 с.
41. Иорданишвили А. К. Анатомо-топометрические характеристики челюстей при прорезывании и ретенции зубов мудрости / А. К. Иорданишвили, Н. В. Коровин, А. А. Сериков. — DOI: 10.18481/2077-7566-2017-13-3-53-56 // *Проблемы стоматологии.* — 2017. — Т. 13. — № 3. — С. 53–56.
42. Prevalence of odontogenic cysts and tumors associated with impacted third molars: a systematic review and meta-analysis / F. W. Mello, G. Melo, P. V. Kammer [et al.] // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery.* — 2019. — Vol. 47 (6). — P. 996–1002.
43. Jones A. V. Range and demographics of odontogenic cysts diagnosed in a UK population over a 30year period. / A. V. Jones, G. T. Craig, C. D. Franklin // *J Oral Pathol Med.* — 2006 Sep. — 35 (8). — P. 500507.
44. Paradental cysts: a role for food impaction in the pathogenesis. A review of cases from Northern Ireland / C. M. Colgan, J. Henry, S. S. Napier, C. G. Cowan // *Br J Oral Maxillofac Surg.* — 2002 Apr. — 40 (2). — P. 163168.
45. Reichart P. The development and fate of epithelial residues after completion of the human odontogenesis with special reference to the origins of epithelial odontogenic neoplasms, hamartomas and cysts / P. Reichart, H. P. Philipsen // *Oral Biosci Med.* — 2004. — 1(3). — P. 171179.
46. Prakash A. R. Paradental cyst associated with supernumerary tooth fused with third molar: A rare case report / A. R. Prakash, P. S. Reddy, M. Rajanikanth. — DOI: 10.4103/0973-029X.92991. Source: PubMed // *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology.* — 2012 Apr — Vol. 16 — P. 131–133.
47. Kouhsoltani. M. Mandibular fracture associated with a dentigerous cyst: Report of a case and literature review / M. Kouhsoltani, A. H. Mesgarzadeh, M. J. Moradzadeh-Khiavi // *Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospects.* — 2015. — 9. — P. 193–198.
48. Evaluation of the effects of the low-level laser therapy on swelling, pain, and trismus after removal of impacted lower third molar / H. Alan, Ü. Yolcu, M. Kopal [et al.]. — DOI: 10.1186/s13005-016-0121-1. // *Head Face Med.* — 2016. — Vol. 12. — 1. — P. 25.
49. Al-Hamed F. S. Clinical effects of platelet-rich fibrin (PRF) following surgical extraction of lower third molar / F. S. Al-Hamed, M. A. M. Tawfik, E. Abdelfadil // *The Saudi Journal for Dental Research.* — 2017. — Vol. 8 (1–2). — P. 19–25. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sjdr.2016.05.002>

50. Chrcanovic B. R. Gingival cyst of the adult, lateral periodontal cyst, and botryoid odontogenic cyst: an updated systematic review / B. R. Chrcanovic, R. S. Gomez. — DOI: <https://doi.org/10.1111/odi.12808> // Oral diseases. — 2019. — Vol. 25 (1). — P. 26–33.
51. The dentigerous cyst: two different treatment options illustrated by two cases / M. A. Bassetti, J. Kuttenger, J. Novak, R. G. Bassetti // Swiss. Dent. J. — 2019. — Vol. 129 (3). — P. 193–203.
52. Berezowski B. The early dentigerous cyst: a previously unrecognised lesion in the third molar region / B. Berezowski, V. Phillips, G. Cousin // Faculty Dental Journal. — 2018. — Vol. 9 (3). — P. 100–102. <https://doi.org/10.1308/rcsfdj.2018.100>
53. Antibiotic Prophylaxis on Third Molar Extraction: Systematic Review of Recent Data / Cervino G., Ciccù M., Biondi A. [et al.]. — DOI: 10.3390/antibiotics8020053. // Antibiotics (Basel). — 2019. — Vol. — 8 (2). — P. 53. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6627726/>
54. Dentigerous Cystic Changes in the Follicles Associated with Radiographically Normal Impacted Mandibular Third Molars / A. Dongol, A. Sagtani, M. R. Jaisani [et al.]. — doi.org/10.1155/2018/2645878. // International journal of dentistry. — 2018. — Vol. 2018. — URL: <https://www.hindawi.com/journals/ijd/2018/2645878/>
55. An Analysis of Dentigerous Cysts Developed around a Mandibular Third Molar by Panoramic Radiographs / M. Terauchi, S. Akiya, J. Kumagai [et al.]. — DOI: 10.3390/dj7010013. // Dent. J. (Basel). — 2019. — Vol. 7 (1). — P. 13. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6473924/>
56. Слесарева О. А. Современные методы диагностики и хирургического лечения фолликулярных кист челюстей у детей / О. А. Слесарева, И. Ю. Карпова // Медицинский альманах. — 2019. — № 5–6 (61). — С. 101–103.
57. Three-dimensional position of mandibular third molars and its association with distal caries in mandibular second molars: a cone beam computed tomographic study / Y. Chen, J. Zheng, D. Li [et al.]. — DOI: 10.1007/s00784-020-03203-w. // Clin. Oral Investig. — 2020. — Vol. 10. — 1007/s00784-020-03203-w. PMID: 31938961
58. Radiographic signs of pathology determining removal of an impacted mandibular third molar assessed in a panoramic image or CBCT / L. H. Matzen, L. Schropp, R. Spin-Neto, A. Wenzel. — DOI: <https://doi.org/10.1259/dmfr.20160330>. // Dentomaxillofacial Radiology. — 2017. — Vol. 46 (1). 20160330. URL: <https://www.birpublications.org/doi/full/10.1259/dmfr.20160330>
59. Managing a Lateral Periodontal Cyst With Bone Graft: A Computed Tomography Assessment 18 Months Postoperatively / R. Livada, J. Shiloah, K. M. Anderson, W. R. Callahan // Compendium of continuing education in dentistry. — 2017. — Vol. 38 (1). — P. e5–e8.
60. Ярцева А. В. Оценка эффективности лучевой диагностики при планировании лечения одонтогенных и неодонтогенных кист челюстей / А. В. Ярцева, А. В. Гиенко // Современная парадигма естественных и технических наук: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., 29 апр. 2019 г. — Белгород, 2019. — С. 138–141.
61. Сравнительный анализ методов удаления ретинированных и дистопированных третьих нижних моляров / А. В. Трубина, Д. Д. Вахитова, А. А. Кузьмина, А. В. Бочарова // News of Science and Education. — 2019. — Т. 6. — № 5. — С. 86–89. URL: <http://www.rusnauka.com/pdf/252458.pdf>
62. Лобанова Н. И. Влияние воспаления и способа заполнения костной полости после удаления нижнего третьего моляра при его затрудненном прорезывании на длительность лечения / Н. И. Лобанова, В. П. Кирейчук, Е. С. Каган // Медицина в Кузбассе. — 2015. — № 3. — Т. 14. — С. 25–32.
63. Bismuth subnitrate iodoform paraffin paste used in the management of inflammatory follicular cyst — Report of two cases / A. Morawala, D. Shirol, Y. Chunawala [et al.]. — DOI: 10.4103/JISPPD.JISPPD\_328\_16. // J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent. — 2017. — Vol. 35 (3). — P. 269–274.
64. Postoperative effects on lower third molars of using mouthwashes with super-oxidized solution versus 0.2% chlorhexidine gel: A randomized double-blind trial / A. Coello-Gómez, S. Navarro-Suárez, J. M. Diosdado-Cano [et al.]. — DOI: 10.4317/medoral.22622. // Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal. — 2018. — Vol. 23 (6). — P. 716–722. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6260999/>
65. Nahirniy Y. P. Research of the hole microflora after atypical removing of lower third molar in applying of osteoplastic material «KOLAPOL CP-3 LM» / Y. P. Nahirniy, R. V. Oshchypko, L. V. Piasetska // Clinical Dentistry. 2016. № 1. URL: <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2016.1.6151>
66. Соловьев М. М. Показатель аутоадаптации как один из критериев комплексной оценки состояния больного и эффективности применения нифлурила после удаления нижних третьих моляров / М. М. Соловьев, А. Clement // Оренбургский медицинский вестник. — 2016. — Т. IV. — № 3–1 (15). — С. 59–64.
67. Клинико-экспериментальное использование остеопластических средств при удалении ретенированных и дистопированных нижних третьих моляров / С. В. Сирак, А. А. Коробкеев, К. И. Сапунов, А. Д. Читанова // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2010. — Т. 6. — № 1. — С. 136–139.
68. Лобанова Н. И. Использование плазмы, обогащенной тромбоцитами, при удалении ретенированного и дистопированного нижнего третьего моляра // Медицина в Кузбассе. — 2011. — № 3. — Т. 10. — С. 53–57.
69. Эффективность применения остеопластического материала «Стимул-ОСС» в сочетании с обогащённой тромбоцитами аутоплазмой при удалении дистопированных и ретенированных нижних третьих моляров / М. А. Токтомбаев, И. М. Юлдашев, А. Т. Борончиев, Ж. В. Ашимов. — DOI: 10.25005/2074-0581-2017-19-4-513-519 // Вестник Авиценны. — 2017. — Том 19. — № 4. — С. 513–519.
70. Применение пьезохирургии при лечении парадентальных кист / Т. Л. Маругина, В. В. Кан, В. В. Федотов, Е. С. Загородних // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). — № 12(20). — 2012. — URL: <https://www.sisp.nkras.ru>

## АКТУАЛЬНОСТЬ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ ЛИЦ ПЕНСИОННОГО ВОЗРАСТА В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

### RELEVANCE OF DENTAL EDUCATION OF PERSONAL AGE PERSONS IN RURAL AREAS

*T. Zubkova*

*Summary.* Today, dentistry is one of the fastest growing branches of medicine. Modern materials and working methods allow us to provide high-quality and effective assistance. However, in our country, an annual increase in dental morbidity is noted. For many reasons, people of retirement age are particularly vulnerable in this regard. An analysis of the work performed showed that 53% of the patients surveyed had a question about removable prosthetics by the time they reached retirement age. Inspections carried out confirmed the fact of poor oral hygiene and the need for rehabilitation. A certain role in such indicators is given to the dental illiteracy of the population. Today, the dentist is faced with the task not only in providing quality treatment, but also in conducting educational work with patients.

*Keywords:* dental education, Sanitary-educational work, dental health, retirement age.

**Зубкова Татьяна Владимировна**

Аспирант, Воронежский государственный  
медицинский университет им. Н. Н. Бурденко  
tatjana-zubkova00@yandex.ru

*Аннотация.* Сегодня стоматология является одной из самых быстро развивающихся отраслей медицины. Современные материалы и методы работы позволяют оказывать качественную и эффективную помощь. Однако в нашей стране ежегодно отмечается рост стоматологической заболеваемости. В силу многих обстоятельств особо уязвимы в этом отношении люди пенсионного возраста. Проведенный анализ выполненных работ показал, что у 53% опрошенных пациентов, к моменту наступления пенсионного возраста стоял вопрос о съемном протезировании. Проведенные осмотры подтверждали факт неудовлетворительной гигиены полости рта и необходимость санации. Определенную роль в таких показателях отводится стоматологической неграмотности населения. На сегодняшний день перед врачом-стоматологом стоит задача не только в оказании качественного лечения, но и в проведении санитарно-просветительской работы с пациентами.

*Ключевые слова:* стоматологическое просвещение, Санитарно-просветительская работа, стоматологическое здоровье, пенсионный возраст.

Опираясь на данные статистики за 2020 год, на территории Российской Федерации проживает чуть больше 43,5 тыс. пенсионеров, из которых около 36,3 тыс. являются пенсионерами по старости, то есть это лица, достигшие пенсионного возраста.

Росстат ежегодно предоставляет новые статистические данные, что без проблем позволяет определить некоторую динамику по данному вопросу.

Из приведенных выше данных, становится понятно, что число пенсионеров с каждым годом неуклонно растет, в то время как пенсионные выплаты «по старости» остаются достаточно скромными. В таких реалиях оказание льготной стоматологической помощи, в частности ортопедическое лечение, остается весьма актуальным вопросом. [1]

Одним из критериев здоровья человека является полноценное функционирование жевательного аппарата и сохранность зубов, что в свою очередь, обеспечивает высокое качество жизни пациента. Стоматологические патологии, отсутствие зубов, недостаточная гигиена

ротовой полости, несвоевременное и некачественное лечение, плохо выполненные зубные протезы в совокупности снижают качество жизни пациента, то есть влияют на его здоровье в целом.

Многочисленные исследования, проведенные за последние годы, подтверждают то факт, что у пациентов пожилого и старческого возраста, в большинстве случаев неудовлетворительное состояние ротовой полости. Сюда смело можно отнести и некариозные поражения твердых тканей зубов, и парадонтологические заболевания, возникающие на фоне хронических общесоматических патологий и приема лекарственных средств, кариес в различных его проявлениях, зачастую приводящий к полной потере зуба (в силу возраста, большинство пациентов пенсионного возраста, предпочитают не лечить кариес, допуская в дальнейшем удаление зуба целенаправленно), утрата зубов по различным причинам с течением времени (у лиц пожилого возраста эта проблема выходит на первое место). Отсутствие зубов опосредованно ведет к функциональным нарушениям и расстройствам жевательного аппарата, что, безусловно, усугубляет ситуацию.

Таблица 1. Численность пенсионеров и средний размер назначенных пенсий по видам пенсионного обеспечения и категориям пенсионеров в российской федерации<sup>1</sup> по состоянию на 1 января

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Численность пенсионеров, состоящих на учете в системе Пенсионного фонда Российской Федерации, тыс. человек	40573	41019	41456	42729	43177	43504	43865	43456
из них получающие пенсии:								
по старости	33451	33950	34422	35555	36003	36336	36710	36341
по инвалидности	2490	2410	2317	2267	2183	2107	2043	2088
по случаю потери кормильца (на каждого нетрудоспособного члена семьи)	1362	1344	1331	1395	1405	1408	1403	1381
пострадавшие в результате радиационных и техногенных катастроф и члены их семей	298	302	312	332	382	422	443	459
Федеральные государственные гражданские служащие	62	66	66	71	68	74	77	78
Социальные	2909	2946	3007	3108	3134	3156	3188	3198
<b>Средний размер пенсии пенсионеров, состоящих на учете в системе Пенсионного фонда Российской Федерации<sup>2</sup>, рублей</b>								
из них получающие пенсии:								
по старости	9790,1	10716,4	11569,1	12830,4	13172,5	14151,6	14986,3	15878,4
по инвалидности	6106,3	6669,2	7209,9	8040,1	8253,7	8807,4	9278,6	9823,9
по случаю потери кормильца (на каждого нетрудоспособного члена семьи)	5959,0	6598,6	7185,1	7924,9	8175,7	8875,7	9479,2	10109,9
пострадавшие в результате радиационных и техногенных катастроф и члены их семей	8402,6	8639,2	9779,2	10766,7	11261,1	11863,2	12428,5	12997,1
Федеральные государственные гражданские служащие	12422,9	14020,1	15550,0	17186,4	17500,8	18709,7	19994,1	21224,3
Социальные	5919,0	6446,4	7548,3	8302,4	8644,4	8806,6	9093,7	9298,1

<sup>1</sup> По данным Пенсионного фонда Российской Федерации.

<sup>2</sup> В 2017 г. данные приведены не включая единовременную денежную выплату, назначенную в соответствии с Федеральным законом от 22 ноября 2016 г. № 385-ФЗ в размере 5 тысяч рублей [1]

Конечно, любая патология, протекающая в пожилом возрасте, имеет ряд особенностей, которые объясняются и наличием общесоматической патологии, зачастую не одной, неспецифической клинической картиной, трудно прогнозируемым течением и часто быстрым прогрессированием болезни, а также высоким процентом осложнений и целесообразностью дальнейших реабилитационных мероприятий.

Был проведен анализ выполненных работ пациентов, обратившихся за медицинской помощью в стоматологическое отделение районной больницы за 2019 год и первый квартал 2020 года. За это время было принято 80 па-

циентов, являющихся пенсионерами. Из них в плановом порядке — 28, по мере обращения — 52. Возраст пациентов варьировался от 55 до 87 лет. На момент лечения все пациенты находились в удовлетворительном состоянии, обострения имеющихся хронических заболеваний не наблюдалось.

В ходе опроса обследуемых респондентов, выяснилось, что большинство пациентов выбирают удаление зуба вместо лечения. Объем и качество оказанной хирургической помощи напрямую влияет на формирование условий в полости рта для дальнейшего протезирования.

Таблица 2. Доля лиц в возрасте 55 лет, получивших амбулаторно-поликлиническую помощь (по итогам Комплексного наблюдения условий жизни населения, в процентах) [1]

	Все респонденты			
	2011	2014	2016	2018
Лица в возрасте 55 лет и более, обращавшиеся за амбулаторно-поликлинической помощью в медорганизации — всего	100	100	100	100
из них получили медицинскую помощь при последнем обращении в медицинскую организацию	97,6	96,6	96,6	96,9
Мужчины в возрасте 55 лет и более, обращавшиеся за амбулаторно-поликлинической помощью в медорганизации — всего	100	100	100	100
из них получили медицинскую помощь при последнем обращении в медицинскую организацию	97,6	96,7	97,0	96,8
Женщины в возрасте 55 лет и более, обращавшиеся за амбулаторно-поликлинической помощью в медорганизации — всего	100	100	100	100
из них получили медицинскую помощь при последнем обращении в медицинскую организацию	97,7	96,6	96,4	97,0
<b>ДОЛЯ ЛИЦ В ВОЗРАСТЕ 55 ЛЕТ, ПОЛУЧИВШИХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКУЮ ПОМОЩЬ</b> (по итогам Комплексного наблюдения условий жизни населения, в процентах)				
	Все респонденты			
	2011	2014	2016	2018
Лица в возрасте 55 лет и более, обращавшиеся за стоматологической помощью в медорганизации — всего	100	100	100	100
из них получили стоматологическую помощь при последнем обращении	96,1	91,9	90,0	90,3
Мужчины в возрасте 55 лет и более, обращавшиеся за стоматологической помощью в медорганизации — всего	100	100	100	100
из них получили стоматологическую помощь при последнем обращении	96,9	92,3	90,9	90,4
Женщины в возрасте 55 лет и более, обращавшиеся за стоматологической помощью в медорганизации — всего	100	100	100	100
из них получили стоматологическую помощь при последнем обращении	95,7	91,6	89,5	90,2

В силу физиологических особенностей, у лиц пожилого возраста заживление лунки, в большинстве случаев, характеризуется затяжным течением. В постэкстракционных областях, зачастую, регистрируется неравномерная атрофия костной ткани, что негативно сказывается на последующем ортопедическом лечении. [2,3] Тем не менее, в 89% случаев пациенты нуждались в санации полости рта перед протезированием, причем в большинстве случаев было целесообразно и терапевтическое и хирургическое лечение.

По итогу проведенной работы было сдано 289 зубных протезов, из которых искусственных коронок — 135, мостовидных протезов — 36, ч/с пластиночных протезов — 56, п/с пластиночных протезов — 62.

Период адаптации к новым зубным протезам в 73% случаев прошел достаточно быстро, не принося выраженного дискомфорта пациенту.

Опрос, проведенный после завершения лечения, показал, что большая часть пациентов, а это 96% обследуемых, удовлетворена оказанной помощью.

Однако, проведенное в ходе лечения анкетирование выявило серьезную стоматологическую неграмотность пациентов пенсионного возраста. Выяснилось, что регулярно (т.е. 2 раза в день) зубы чистит только 24% опрошенных. Порядка 48% утверждает, что чистит зубы утром ежедневно. И 28% пациентов заявило, что чистит зубы несколько раз в неделю или реже. Врача-стомато-

лога большая часть опрошенных посещает в случае возникновения острых болевых ощущений, а к профилактическому приему относятся достаточно скептически.

Неудовлетворительная гигиена ротовой полости, нерегулярное посещение врача-стоматолога, несвоевременное лечение стоматологических патологий, неграмотный уход за зубными протезами — все это говорит о недостаточном стоматологическом просвещении среди лиц пенсионного возраста.

Ключевой составляющей успешной профилактической или лечебной программы является качественное стоматологическое просвещение населения. В понятие «стоматологическое просвещение» входит мотивация населения в целом и каждого пациента, в частности, к сохранению здоровья, и конечно обучение грамотной гигиене полости рта.

Стоматологическое просвещение — это комплекс мероприятий по предоставлению пациентам любых познавательных материалов, направленных на самооценку и выработку тех привычек и правил поведения, которые максимально исключают развитие факторов риска возникновения и развития стоматологических заболеваний и позволят поддерживать приемлемый уровень стоматологического здоровья. Данный метод профилактики актуален для всех возрастных групп населения. [4] Разумеется, ключевую роль в сохранении стоматологического здоровья играет личная ответственность пациента.

Врачу необходимо сформировать у населения убежденность в необходимости регулярного и качественного ухода за полостью рта с целью предупреждения возникновения стоматологических патологий.

Анкетирование пациентов используется в качестве контроля эффективности стоматологического просвещения. Помимо этого, в просветительской работе активно применяются памятки, брошюры, учебная литература, СМИ и т.д. Найти подход, суметь убедить пациента пенсионного возраста в необходимости пересмотреть

свои привычки по уходу за полостью рта — долгий и непростой процесс. Как правило, мероприятия подобного рода идут медленно, и зачастую результаты быстро обратимы. Чтобы процесс обучения проходил успешно требуется участие многих специалистов, таких как врачи-стоматологи и врачи других узких специальностей, работающих с пациентом, психологи и педагоги.

Одной из причин неграмотности населения в вопросе стоматологического здоровья является тот факт, что в нашей стране в последние годы санитарно-просветительская работа носит достаточно формальный характер, что в итоге становится причиной роста стоматологической заболеваемости.

Разумеется, основная нагрузка по просвещению населения в вопросах стоматологической заболеваемости лежит на врачах-стоматологах. Необходимо регулярно разрабатывать новые информационные материалы, проводить беседы, оформлять краткие рекомендации в виде брошюр и листовок, чтобы информация всегда была у пациента «на руках». Мотивировать взрослое население достаточно трудная задача, особенно если речь идет о людях пенсионного возраста. Многие пациенты этой группы считают, что их навыков и знаний достаточно. Перед врачом стоит нелегкая задача грамотно и аргументировано провести беседу с пациентом и убедить его в перемене своих привычек по уходу за ротовой полостью. Чтобы увидеть положительную динамику по улучшению стоматологического здоровья населения, необходима не только качественная работа специалистов, но и общества в целом. В обществе важно сформировать мнение о необходимости контроля за состоянием полости рта, как и за здоровьем в целом.

Требуется приложить максимум усилий для мотивации населения сохранять стоматологическое здоровье, причем данная тенденция должна иметь долговременный характер. При работе с пациентом, врач регулярно должен учитывать важность санитарно-просветительской работы в профилактике и лечении стоматологических заболеваний.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт. [Электронный ресурс] — Режим доступа. [www.gks.ru](http://www.gks.ru)
2. Лосев Ф. Ф. Экспериментально клиническое обоснование использования материалов для направленной регенерации челюстной костной ткани при ее атрофии и дефектах различной этиологии / Ф. Ф. Лосев: автореферат дис. Д-ра мед. Наук. М.с.— 2002.— С. 165.
3. Каливарджян Э. С. Разработка пористых эластичных композиций для двухслойных пластиночных протезов / Э. С. Каливарджян, Н. А. Голубев, В. В. Калмыков // Актуальные вопросы ортопедической стоматологии: сб. научных трудов. Воронеж: ВГМА, 2000
4. Г.М. Флейшер Стоматологическое просвещение населения / Монография — 2019.

© Зубкова Татьяна Владимировна ( [tatjana-zubkova00@yandex.ru](mailto:tatjana-zubkova00@yandex.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ ТВЁРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБА И КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛЮСТЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С ПСИХИАТРИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

## TRACE ELEMENTS OF HARD TISSUE OF TEETH AND BONE OF JAW IN PSYCHIATRIC PATIENTS

**R. Ilyina**  
**L. Muhamedzhanova**  
**L. Nikitina**

*Summary.* Research result of trace elements in bone and hard tissue of teeth don't revealed any statistically changes in psychiatric patients of both sexes aged 35–50 years compared to the control group. In psychiatric patients aged 51–65 years was discover decrease content of calcium, copper, zinc and increase of strontium, compared to the control group. This changes can indicated about metabolic disorder of trace elements in body, it insufficient food supply, which causes the structure to change of bone by the increase of age, it decrease resistant by microflora of oral cavity, and it lead to early loss of teeth in psychiatric patients.

*Keywords:* trace elements, bone, hard tissue of teeth, psychiatric patients, calcium, copper, zinc, strontium.

**Ильина Роза Юрьевна**

*К.м.н., доцент, Казанская государственная  
медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО  
Минздрава России  
ilroza@yandex.ru*

**Мухамеджанова Любовь Рустемовна**

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Чувашский  
государственный университет им. И. Н. Ульянова»  
Министерства науки и высшего образования России  
lr71@bk.ru*

**Никитина Луиза Ивановна**

*К.м.н., ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет им. И. Н. Ульянова» Министерства науки  
и высшего образования России  
zab@mail.ru*

*Аннотация.* В результате исследования содержания микроэлементов в костной и твердой ткани зуба, не было выявлено достоверных изменений в группе психически больных обоего пола в возрасте 35–50 лет, по сравнению с контрольной группой. В группе 51–65 лет у пациентов с психиатрической патологией было выявлено низкое содержания кальция, меди и цинка, а также увеличение содержания стронция, по сравнению с группой контроля. Данные изменения могут свидетельствовать о нарушении обмена микроэлементов в организме, недостаточном поступлении их с пищей, что приводит к изменению структуры костной ткани при увеличении возраста, уменьшению ее сопротивляемости к микрофлоре полости рта, что приводит к ранней потере зубов у пациентов психиатрического профиля.

*Ключевые слова:* микроэлементы, костная ткань, твердые ткани зуба, психически больные, кальций, медь, цинк, стронций.

**В** настоящее время в мире насчитывается более 450 миллионов человек, страдающих шизофренией. В многочисленных исследованиях было установлено достоверно большее количество удаленных и пролеченных зубов у пациентов с психиатрической патологией, по сравнению с психически здоровыми людьми [8,13]. В исследованиях Kisely S. (2015) в результате проведенного мета-анализа 25 рандомизированных исследований была выявлена связь между длительностью госпитализации и индексом КПУ (суммой зубов с кариесом, пломбированных и удаленных) [10]. Причинами быстрой потери зубов у психически больных называли: неудовлетворительную гигиену полости рта, побочные эффекты психотропных препаратов (в том числе связан-

ные с влиянием на метаболические процессы в костной ткани), а также алиментарный дефицит витаминов и микроэлементов [6]. При этом известно, что выраженная степень алиментарного дефицита эссенциальных веществ (кальция, йода, фтора и т.д.) может быть ассоциирована со структурными нарушениями в костной ткани и твердых тканей зуба. В отечественных и зарубежных литературных источниках мы обнаружили только исследование Заплаховой Н.Ф. (1974 г.) которое свидетельствует о лабильности изменений содержания цинка и меди: концентрация данных элементов зависела от стадии психиатрического заболевания и длительности процесса. В целом, у психически больных выявлено увеличение концентрации в крови меди, цинка и нике-



ля, уменьшение свинца и марганца [3]. Мы полагаем, что оценка микроэлементного статуса позволит изучить механизмы влияния дефицита либо профицита макро- и микроэлементов на отдельные звенья патогенеза структурных изменений в костной ткани, и, возможно, выявить причину быстрой потери зубов у психически больных.

### Цель исследования

Оценка микроэлементного статуса костной и твердых тканей зуба у психически больных в зависимости от пола и возраста пациентов.

### Материалы и методы исследования

В Республиканской клинической психиатрической больнице им. В.М. Бехтерева были обследованы 96 пациентов (43 мужчины и 53 женщины) в возрасте от 39 до 65 лет ( $51,22 \pm 7,19$  года,  $M_e$  — 50,2 года) со стажем госпитализации более 5 лет. Из них 75% (72 чел.) проходили лечение по поводу параноидной шизофрении, у остальных пациентов были диагностированы: органическое поражение головного мозга сосудистого генеза (12,5%; 14 чел.), хронический алкоголизм (6,25%; 6 чел.), эпилепсия с изменением личности (4,2%; 4 чел.). Группу контроля составили 109 пациентов (56 мужчин и 53 женщины) клиники «Твой стоматолог» (г. Казань), которым проводилась экстракция зубов по санационным показаниям. Средний возраст пациентов группы контроля составил  $56,03 \pm 6,18$  года (от 35 до 65 лет,  $M_e$  — 55,5 года).

Так как микроэлементный состав костной ткани подвержен возрастным изменениям [1], группа пациентов с психиатрическим заболеванием и группа контроля были ранжированы по возрасту на две подгруппы: 1-я — от 35 до 50 лет, 2-я — от 51 до 65 лет. Кроме того, после 65 лет возможно проявление клинических манифестных признаков сенильного остеопороза, что вносит вклад в содержание базовых микроэлементов в костной ткани.

Образцы костной ткани в группе сравнения и у психически больных получали в процессе экстракции зубов (для коррекции краёв лунки зуба скусывали межкорневые и/или межальвеолярные перегородки). Полученные образцы костной ткани представлены трабекулярной костью с сохранившимися фрагментами кортикальной пластинки альвеолы. Экстракция зубов проводилась по санационным показаниям (по поводу обострения хронического периодонтита, хронического генерализованного пародонтита). Содержание микроэлементов в костной ткани и твёрдых тканях зуба определялось методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии на приборе СА10 МП в лаборатории Академии наук Республики Татарстан.

Статистический анализ полученных результатов проводили при помощи программы «SPSS-14 for Windows». Проверка выборки на нормальность распределения проводилась по критерию Колмогорова-Смирнова, выборка принята нормальной с  $p > 0,05$ . Вычислялась средняя арифметическая —  $M$ , стандартное отклонение —  $m$ . Достоверность полученных данных оценивали с помощью критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони на множественность сравнения (С. Гланц, 1999).

### Результаты исследований

При оценке микроэлементного статуса костной ткани и твердых тканей зубов в возрастном диапазоне 35–50 лет было выявлено достоверное снижение уровней кальция, цинка и меди у больных с психиатрической патологией и увеличение содержания стронция, по сравнению с группой сравнения (таб. 1).

В данной возрастной группе пациентов практически не было достоверных различий с группой контроля. Этот факт свидетельствует об относительной компенсации воспалительно-деструктивных процессов в костной ткани пародонта и микроэлементной насыщенности твердых тканей зуба и кости. Отметим, что абсолютные значения кальция, меди и цинка снизились. Выявленное нами содержание уровня кальция в твёрдых тканях зубов и костей может быть доказательным фактом снижения минеральной плотности костной ткани у пациентов с психиатрической патологией вследствие развития системного остеопороза [14]. Обращает на себя внимание снижение содержания кальция у женщин в костной ткани по сравнению с мужчинами в группе пациентов психиатрического стационара (таб. 1). Полученные данные можно объяснить отягощенностью пациентов женского пола постменопаузальным остеопорозом, когда активно начинается вымывание кальция из костной ткани на фоне снижения выработки эстрогена [12]. Также в этой группе отмечается достоверное повышение значения стронция в зубах у мужчин и женщин.

Кальций является макроэлементом, составляющим вместе с фосфором основу кристаллической решетки костной ткани; распространенность его в организме человека очень высокая — 1,2 кг (2% от веса тела) [2]. В возрастной группе пациентов от 51–65 лет психиатрического стационара отмечается значительное снижение содержания кальция и в костях и твёрдых тканях зуба. Снижение содержания кальция в костной ткани челюстей может свидетельствовать о наличии трабекулярного, субкортикального и кортикального остеопороза (а также различных его сочетаний), что объясняется длительным течением хронического воспалительного процесса в пародонте. Дефицит кальция в твёрдых тканях зуба (эмали и дентине) свидетельствует о недостаточной

минерализации и обозначает степень риска инициации и прогрессирования кариозного процесса в твердых тканях зуба.

Медь, цинк и стронций относятся к микроэлементам, без участия которых невозможно функционирование многих обменных процессов в организме. Дефицит данных микроэлементов вызывает замедление роста костной ткани в детском возрасте и ускоряет потерю костной массы в пожилом возрасте [11]. Снижение содержания меди и цинка в статистически значимом диапазоне отмечается в группах мужчин и женщин с психиатрической патологией в возрастном диапазоне 51–65 лет, по сравнению с группой контроля. Дефицит меди в костной ткани влечёт за собой дефектный синтез коллагена, сопровождающийся ломкостью костей и деформацией скелета [15]. При этом в костной ткани повышается содержание растворимых фракций коллагена, нарушается процесс его продукции и созревания. Этот факт имеет существенное значение, поскольку образующийся в условиях дефицита меди и цинка коллаген достаточно быстро подвергается резорбции, поддерживая воспалительный процесс и усугубляя степень потери пародонтального прикрепления. Медь — один из важнейших и незаменимых микроэлементов в организме человека. 90% всей меди концентрируется в мышцах и костях. В сутки взрослый человек должен получать не менее 2–5 мг меди с пищей. При уменьшении дозы менее 2 мг могут развиваться медь-дефицитные состояния. Одно из известных проявлений дефицита меди — это дефектный синтез коллагена, сопровождающийся ломкостью костей и деформацией скелета у экспериментальных животных. При этом повышается количество растворимого коллагена (тропоколлагена), т.е. нарушается образование коллагена 1 типа [2,9].

Известно, что цинк стимулирует активность остеобластов костной ткани, вследствие чего возрастает содержание костного изофермента щелочной фосфатазы (ЩФ) в сыворотке крови. Цинк также тормозит активность остеокластов, предотвращая тем самым резорбцию кости. Уровень цинка могут снижать продукты распада тканей, образующихся при деструкции, например, при выраженных экссудативных явлениях в пародонтальных карманах [4]. На дефицит цинка в костной ткани альвеолы зуба может оказывать влияние деминерализованный цемент корня и грануляционная ткань. Последняя «отнимает» ионы цинка и меди из трабекулярной и кортикальной кости альвеолы для ферментативного обеспечения синтеза коллагена. Наибольшее содержание цинка в организме сконцентрировано в поперечно-полосатых мышцах — там содержится 62% всего цинка. При дефиците цинка описано угнетение щелочной фосфатазы в хондроцитах эпифизарного хряща. Цинк обеспечивает обратимость денатурации молекулы ДНК, образуя проч-

ные связи с фосфатными группами, а также оказывает влияние на деление клеток путем воздействия на цитоскелет. Участие цинка в функционировании генетического аппарата и процессах деления клетки, определяет его важное значение в организме человека [7].

Воспалительно-деструктивный процесс в костной ткани может быть причиной повышения содержания стронция у больных с психиатрической патологией. Так, у пациентов обоего пола в возрастной группе 51–65 лет определяется достоверное увеличение содержания стронция в костной и зубной ткани по сравнению с группой контроля. Наиболее частой причиной воспаления в околокорневой зоне кости является хронический пародонтит. Отметим, что хронический пародонтит — практически 100%- распространенная патология полости рта у психически больных. По данным литературы, стронций входит в структуру апатита высокоминерализованных тканей организма. Высокие его концентрации угнетают процесс оссификации костной ткани. Апатитовые кристаллы, составляющие основу губчатой кости, имеют тропность к ионам кальция. Но стронций, имея ту же структуру иона, заменяет ион кальция в кристаллической решетке. Образовавшийся кристалл гидроксиапатита со стронцием является более устойчивым к костной резорбции, на этом эффекте основано лечение постменопаузального остеопороза [5].

## ВЫВОДЫ

В группе пациентов обоего пола в возрасте 35–50 лет у психически больных не было выявлено достоверных изменений в содержании микроэлементов в костной ткани и твердых тканях зуба. В возрастной группе 51–65 лет у пациентов с психиатрической патологией было выявлено низкое содержания макроэлемента кальция, микроэлементов меди и цинка, а также увеличение содержания стронция, по сравнению с группой контроля. Данные изменения могут свидетельствовать о нарушении обмена микроэлементов в организме, недостаточном поступлении их с пищей, что приводит к истончению трабекулярных структур костной ткани, уменьшению ее сопротивляемости действию пародонтопатогенной микрофлоры полости рта. Возможно, доказанные изменения в макро- и микроэлементном составе костной ткани челюстей и твердых тканей зуба способствуют высокой распространенности воспалительных заболеваний пародонта и кариеса у психически больных, что, в итоге, приводит к ранней потере зубов и приобретенной (вторичной) адентии. Кроме того, полученные в ходе исследования результаты обозначают необходимость включения в комплекс реабилитационных программ для пародонтологических пациентов дифференцированных доз макро- и микроэлементов для стимуляции трабекулогенеза на всех его этапах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А. Микроэлементозы человека // Москва. Медицина. 1991. С. 126–129.
2. Герк С. А., Голованова О. А. Элементный состав костной ткани человека в норме и патологии // Вестник Омского университета. 2015. № 4. С. 39–44.
3. Заплатова Н. Ф. Обмен некоторых микроэлементов при шизофрении: автореф. дис. . . . канд. мед. наук. Москва, 1974. 24 с.
4. Мухамеджанова Л. Р., Хуснуллин Н. М. Рентгеноспектральный анализ костной ткани в клинической стоматологии // Успехи современного естествознания. 2004. № 4. С. 116–117.
5. Рожинская Л. Я., Беляева А. В., Белая Ж. Е. Ранелат стронция (Бивалос) — препарат двойного действия на костную ткань: новые подходы к лечению остеопороза // Остеопороз и остеопатии. 2016. № 1. С. 34–42.
6. Ashour AA, Basha S, Enan ET, Basalem A, Qahatani AA. Association between obesity/overweight and dental caries in psychiatric patients // Ann Saudi Med. 2019. № 39 (3). P.178–184.
7. Calhoun NR, Smith JC Jr, Becker KL. The role of zinc in bone metabolism // Clin Orthop Relat Res. 1974. № (103). P.212–34.
8. Đorđević V, Jovanović M, Miličić B, Stefanović V, Đukić-Dejanović S. Prevalence of dental caries in hospitalized patients with schizophrenia // Vojnosanit Pregl. 2016. № 73 (12). P.1102–8.
9. Gaffney-Stomberg E. The Impact of Trace Minerals on Bone Metabolism // Biol Trace Elem Res. 2019. № 188 (1). P.26–34.
10. Kisely S, Baghaie H, Lalloo R, Siskind D, Johnson NW. A systematic review and meta-analysis of the association between poor oral health and severe mental illness // Psychosom Med. 2015. № 77 (1). P.83–92.
11. Martusevich AK, Karuzin KA. Cohort study of microelement status in “healthy” population of Russian megapolis // Biomedicine (Taipei). 2019. № 9 (3). P.15.
12. Okano T. Effects of essential trace elements on bone turnover — in relation to the osteoporosis // Nippon Rinsho. 1998. № 54. P. 148–154.
13. Ranjan R, Rout M, Mishra M, Kore SA. Tooth loss and dementia: An oro-neural connection. A cross-sectional study // J Indian Soc Periodontol. 2019. № 23 (2). P.158–162.
14. Saltman PD, Strause LG. The role of trace minerals in osteoporosis // J Am Coll Nutr. 1993. № 12. P.384–9.
15. Zofkova I, Nemcikova P, Matucha P Trace elements and bone health // Clin Chem Lab Med. 2013. № 51 (8). P.1555–1561.

© Ильина Роза Юрьевна ( ilroza@yandex.ru ),

Мухамеджанова Любовь Рустемовна ( lr71@bk.ru ), Никитина Луиза Ивановна ( zab@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Казань

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАННИЕ СРОКОВ БЕРЕМЕННОСТИ

### EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES IN EARLY PREGNANCY

*T. Kamaeva*

*Summary.* Infertility is one of the most actual problems of modern medicine. Currently, assisted reproductive technologies are one of the most effective treatments for many factors reproductive function. Unfortunately, the IVF procedure does not exclude such adverse pregnancy outcomes as spontaneous miscarriage or early pregnancy. This article describes methods of predictive significance of ultrasonic method for complicated pregnancy.

*Keywords:* infertility, ultrasound diagnostics, in vitro fertilization.

**Камаева Татьяна Александровна**

*К.м.н., ФГБОУ ВО Хакассский государственный университет им. Н. Ф. Катанова, г. Абакан  
tatyankamaev@yandex.ru*

Аннотация Бесплодие — одна из актуальных проблем современной медицины. В настоящее время экстракорпоральное оплодотворение является одними из самых результативных методов лечения нарушений репродуктивной функции. Процедура экстракорпорального оплодотворения (далее — ЭКО) не исключает и неблагоприятные исходы беременности как самопроизвольный выкидыш или замершая беременность. В настоящей статье приведены методы прогностической значимости ультразвукового метода исследования для осложненного течения беременности.

*Ключевые слова:* бесплодие, ультразвуковая диагностика, экстракорпоральное оплодотворение.

#### Введение

**Б**есплодие в настоящее время является наиболее актуальным и значимым в современной медицине. Современная наука имеет данные о большом количестве причин, осложняющих зачатие на различных уровнях репродуктивной системы женщины и мужчины. Процент бесплодных пар неуклонно растет и по данным ВОЗ, в развитых странах он достигает 20% [9]. Одним из эффективных и современных методов лечения бесплодия является экстракорпоральное оплодотворение. По данным европейского консорциума по IVF-мониторингу (EIM) при европейском сообществе репродукции человека и эмбриологии (ESHRE), частота наступления беременности в программе экстракорпорального оплодотворения (далее ЭКО) в среднем составляет 28,4% [5].

Эффективность ЭКО можно по различным показателям: оценка эффективности проводится ультразвуковым методом диагностики беременности, то есть биохимическая беременность не учитывается в результативности ЭКО. По ультразвуковой диагностики беременности возможен подсчет беременностей на стимуляцию овуляции и на перенос эмбриона. В настоящее время для оценки эффективности метода ЭКО все чаще используется показатель рождения живых детей, выписанных из родильного дома после лечения бесплодия (take baby home). Этот показатель обычно не превышает 6–19% из расчета

на перенос эмбриона (далее ПЭ) и 56–78% — на число клинически наступивших беременностей [7]. Согласно данным литературы у женщин после ЭКО и ПЭ отмечается высокий процент перинатальных потерь и заболеваемости новорожденных. Ультразвуковой метод диагностики беременности после ЭКО считается общепризнанным и проводится всем женщинам на 21–28 день после переноса эмбриона, что соответствует гестационному сроку 5–6 недель [4]. Учитывая особую ценность здоровья детей, родившихся после столь непросто наступившей беременности, целью данного исследования является прогностическая значимость УЗИ при детальном исследовании хориона и кровотока в нем. При выявлении неблагоприятных данных по прогнозу беременности после ЭКО возможно коррекция терапии для поддержки данной беременности, что возможно предотвратит неблагоприятный ее исход.

#### Материалы и методы исследования

В качестве основной группы представлено 240 пациенток с бесплодием, прошедших программу экстракорпорального оплодотворения. Возраст обследуемых женщин в основной группе варьировал от 26 до 42 лет (35±4), в анамнезе всех женщин (100%) имелись отягчающий факторы. Основными показаниями к проведению ЭКО было трубно-перитонеальное бесплодие — в 150 (62,4%) случаях, мужской фактор бесплодия отмечен

у 48 семейных пар (20%), эндокринное бесплодие — 24 (10%), смешанного генеза — 18 (7,5%).

Всем женщинам основной группы проведена стимуляция овуляции по короткому протоколу, в целях исключения многоплодной беременности перенос в полость матки 1 эмбриона.

В качестве контрольной группы обследованы 240 пациенток после естественного зачатия, не имеющие экстрагенитальной патологии и гинекологических заболеваний. Возраст беременных в группе сравнения составил от 18 до 40 лет ( $27 \pm 4,2$ ), отягощающие факторы имелись лишь у 140 (60%) пациенток.

Ультразвуковое исследование органов малого таза проводилось на стационарном ультразвуковом аппарате экспертного класса Samsung Medison Accuvix A30 конвексным и трехмерным ретовагинальным датчиком 5–9 МГц.

Применялся 2Д режим, цветное доплерометрическое картирование, импульсный доплер и 3Д реконструкция проводилось 240 беременным после ЭКО с положительным результатом ХГЧ на 21–28 день после переноса эмбриона, что соответствует 5–6 неделе гестационного срока. В контрольной группе обследование проведено на 5–6 неделе.

С 5 недели гестации формируется нервная трубка эмбриона. К этому сроку **копчико-теменной размер достигает 3 мм**, образуются сомиты, начинают развиваться зачатки сердца, легких, щитовидной железы, пупочных сосудов. В нервной трубке дифференцируются передний, средний и задний мозговые пузыри. С помощью ультразвука возможно определить формирующееся сердце, на этом сроке устанавливается замкнутое кровообращение через желточный мешок и ножку зародыша [1, 7, 12, 15, 17]. В этот период мы визуализировали амниотическую полость, желточный мешок, дифференцировали вентральная и дорсальная поверхности эмбриона, головной и тазовый конец, при исследовании на данном сроке дифференциация внутренних органов невозможна. Трансвагинальная эхография с использованием цветного доплеровского картирования позволила определить пульсацию сердечной трубки. В месте имплантационной площадки формируются типичные мезенхимальные ворсины, с противоположной стороны от зоны имплантации ворсины останавливаются в своем развитии. В эти же сроки проходит первая волна инвазии трофобласта и формируется межворсинчатое пространство, которое также возможно для визуализации.

На 6-й неделе гестации мы определяли зачатки рук и ног, удлинённая почка передней конечности, появ-

ляется зачаток кистевой пластины, нижняя конечность остается в виде почки. В этот период возникают зачатки парных полушарий головного мозга, продолжается формирования органов чувств (глаз и уха). В замкнутой нервной трубке определялись по УЗИ отделы мозга и обозначены полушария головного мозга и мозжечка. На этом сроке формируется односторонний ток крови через сердце, практически завершается подразделение сердца на камеры, сердце к этому сроку функционирует. В 6 недель начинают определяться первичная почка, зачатки мочеточника, зачатки половых желез, а также печень, желчный пузырь, поджелудочная железа, различные отделы кишечного тракта [7, 14, 16]. Продолжается первая волна инвазии цитотрофобласта в сторону спиральных артерий с формированием венозных коллекторов. К концу 6-й недели гестации копчико-теменной размер эмбриона достигает 6 мм. В этот период появляются жаберные дуги, формируется зрительный пузырь, начинается дифференцировка гипофиза. При ультразвуковой визуализации в данном сроке начинают определяться промежуточный и средний мозг, полость четвертого желудочка и заднего мозга. Формируется кишечник и передняя брюшная стенка. При проведении ультразвукового сканирования мы определяли амниотическую полость, желточный мешок, эмбрион длиной 4–5 мм. Четко дифференцируются вентральная и дорсальная поверхности эмбриона, головной и тазовый конец, видны почки передних и задних конечностей. Нами проводилось прицельная визуализация заднего мозга, зачатков парных полушарий головного мозга, полости четвертого желудочка.

Ультразвуковое исследование проводилось в соответствии с Клиническим протоколом через 21 день после подсадки эмбриона, что соответствует сроку 5–6 недель и заключалась в:

1. Определение среднего диаметра плодного яйца, КТР, диаметра желточного мешочка, локализации хориона в режиме серой шкалы.
2. При цветном доплерометрическом картировании определялись показатели кровотока в маточных артериях, васкуляризация хориона.
3. При проведении 3Д реконструкции хориона рассчитывали VI — индекс васкуляризации, который отражает процентное содержание сосудистых элементов в интересующем объеме плацентарной ткани и FI — индекс кровотока, который отражает количество клеток крови, транспортируемых в момент исследования, т.е. интенсивность кровотока.

## Результаты и обсуждения

Проведение ультразвуковых исследований в серой шкале после ЭКО и после естественного зачатия в 5–6

Таблица 1. Характеристики кровотока при ультразвуковом исследовании хориона в 5–6 недель гестации в контрольной группе

Срок гестации при проведении УЗИ	Количество наблюдений	IR маточных артерий	Средний объем хориона, см <sup>3</sup>	Индекс васкуляризации	Индекс кровотока
5 недель	135	0,61±0,07	5,3±0,7	13,8±1,0	32,4±1,1
6 недель	105	0,48±0,1	8,7±0,67	18,1±0,9	33±1,3

Таблица 2. Количество обследованных женщин основной группы, имеющих отклонения в показателях при ультразвуковом исследовании хориона в 5–6 недель гестации

Срок гестации при проведении УЗИ	Количество наблюдений	IR маточных артерий		Средний объем хориона, см <sup>3</sup>		Индекс васкуляризации		Индекс кровотока	
		Кол-во женщин имеющие отклонения	Кол-во женщин с нормативным значением	Кол-во женщин имеющие отклонения	Кол-во женщин с нормативным значением	Кол-во женщин имеющие отклонения	Кол-во женщин с нормативным значением	Кол-во женщин имеющие отклонения	Кол-во женщин с нормативным значением
5 недель	204	75	129	123	81	120	84	111	93
6 недель	36	9	27	18	18	24	12	9	27

недель не отличалась от рутинного обследования беременных. Данное исследование значимо для диагностики срока и локализации беременности, исключения замершей беременности и анэмбрионии.

При проведении цветного доплерометрического картирования в маточных артериях выявлено достоверное увеличение показателей IR у беременных в основной группе в 55% случаях – 132 пациентки. При дальнейшем наблюдении у всех женщин реализовалась угроза самопроизвольного выкидыша. В контрольной группе увеличение IR в маточных артериях выявлено всего лишь в 18,7% – 45 женщин. Показатель резистентности кровотока в маточных артериях является прогностически значимым для ведения беременных в группе риска по невынашиванию, преэклампсии и плацентарной недостаточности.

Кроме того, при проведении цветного доплерометрическом картировании визуализировался хорион, определялась его локализация и степень его васкуляризации.

В результате проведенного исследования в контрольной группе уточнены ультразвуковые характеристики физиологического течения беременности на раннем сроке (таблица 1).

При исследовании хориона в режиме 3Д в контрольной группе были определены параметры средне-

го объема хориона — 5,3–8,7см<sup>3</sup>, индекс васкуляризации — 13,8–18,1 и индекс кровотока — 32,4–33. Данные значения были приняты за нормативные для данных сроков беременности.

При проведении ультразвукового исследование в основной группе регистрировались изменения в кровоснабжении хориона на ранних сроках в 5–6 недель у 183 женщины — 76,2% (таблица 2).

Из таблицы видно, что наиболее диагностически значимыми являются показатели среднего объема хориона и индекс васкуляризации.

В основной группе беременность осложнились угрозой прерывания беременности в 76,2% случаев, преждевременными родами в 45,6%, преэклампсией в 24,1%, синдромом задержки развития плода в 45,9%. Все данные исходы зарегистрированы у женщин, имеющие отклонения в показателях при ультразвуковом исследовании на ранних сроках беременности.

В контрольной группе отклонение в показателях кровоснабжения хориона диагностировано в 18,9% случаев. Осложнения беременности возникли в 25,4%.

При проведении анализа историй новорожденных выявлено, что после ЭКО родились дети с массой тела 2884±513г и оценкой по шкале Апгар 6,77±0,9 баллов, тогда как у женщин с естественным оплодотворением

масса детей составила  $3193 \pm 425$  г и оценкой по шкале Апгар  $7,86 \pm 0,7$  баллов.

### Заключение

1. В результате проведенного исследования нами подтверждено, что беременность после экстракорпорального оплодотворения относится к беременности высокой группы риска акушерских осложнений.
2. Течение беременности, наступившей с использованием ЭКО сопровождаются угрозой прерывания беременности в 76,2% случаев. Группа высокого риска по невынашиванию у беременных после ЭКО диктует необходимость более детального подхода к проведению вспомогательных репродуктивных технологий и качественной прегравидарной подготовки.
3. Трехмерное сканирование в сочетании с доплерометрией, расширяют возможности ультразвуковой диагностики, и способствуют раннему выявлению нарушений в плодном яйце, что является ключевым в разработке мероприятий, необходимых для обеспечения эффективной перинатальной охраны плода и новорожденного. Наиболее клинически значимыми при ультразвуковом исследовании беременности раннего срока являются средний объем хориона и индекс васкуляризации хориона.
4. Более углубленное ультразвуковое исследование с применением доплерометрии и 3х мерной реконструкции хориона в ранние сроки беременности после ЭКО позволит выявить возможные осложнения, отнести беременную в соответствующую группу риска в целях своевременной коррекции медикаментозной поддержки беременности и улучшения перинатальных исходов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аншина, М.Б. ЭКО в естественных циклах (клиническая лекция) / Проблемы репродукции [Электронный ресурс]. — 2008. — № 4.
2. Доброхотова Ю. Э., Зубарев А. Р., Залеская С. А., Зубарева Е. А., Сапрыкина Л. В., Демидова А. К. Оценка формирующегося маточно-плацентарного кровотока у пациенток с угрозой прерывания на фоне дефицита прогестерона в 1 триместре беременности. / Акушерство и гинекология. — 2016 г. — № 6.
3. Назаренко Т. А. Значение оценки овариального резерва в лечении бесплодия у женщин старшего репродуктивного возраста / Проблемы репродукции [Электронный ресурс]. — 2005. — № 2.
4. Колпинский Г. И., Камаева Т. А., Прогностическая ценность ультразвукового метода исследования при диагностике беременности ранних сроков после ЭКО. / Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки», — 2017, -№ 3–4, -С94–97.
5. Корсак В. С. Исследование эндометрия у пациенток с трубно-перитонеальным бесплодием на этапе подготовки к ЭКО / Проблемы репродукции [Электронный ресурс]. — 2005. — № 2.
6. Подзолкова, Н. М. Особенности ВРТ у пациенток с ожирением (обзор литературы) / Проблемы репродукции [Электронный ресурс]. — 2008. — № 4.
7. Ускова М. А. Рациональные подходы к лечению трубно-перитонеального бесплодия (обзор литературы) / Проблемы репродукции [Электронный ресурс]. — 2009. — № 4.
8. Тишкевич О. Л. Эффективность ЭКО и частота многоплодной беременности в зависимости от числа и качества переносимых эмбрионов у женщин разного возраста / Проблемы репродукции [Электронный ресурс]. — 2008. — № 2.
9. Фалин Л. И. Эмбриология человека. Атлас. — М.: Медицина, 1976. — 544 с.
10. Федорова М. В. Калашникова Е. П. Плацента и ее роль при беременности. — М.: Медицина, 1986. — 265 с.
11. Bodemer Ch. W. Modern embryology // N.Y., 1968; 475p.
12. Bentz E. K., Kenning M., Schneeberger C., Kolbus A., Haber J. C., Hefler L. A., Tempfer C. B. OCT — 4 expression in follicular and luteal phase endometrium: a pilot study. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2010; 8:38.
13. Corliss C. E. Patten`s human embryology. Elements of clinical development // McGraw-Hill Book Company, A Blackiston Publication, N.Y., a.o., 1976; 470 p.
14. Gotte M., Steabler A., Buchweitz O., Kelsch R., Schuring A. N., Kiesel L. Increased expression of the adult stem cell marker Musashi-1 in endometriosis. *J. Pathol.* 2008; 215(3): 317–29.
15. Edwards R. G. Science et ethique de la segmentation des embrions humains in vitro // *Contracpt. Fertil Sex* 1986;14:4:313.318.
16. England M. A. Farbatlas der Embriologie // F. K. Shattner Verlag. — Stuttgart. N.Y. 1985; 25.
17. Pretorius D. H., Nelson T. R., Baergen R. N., Pai E., Cantrell C. Imaging of placental vasculature using three-dimensional ultrasound and color power Doppler: a preliminary study // *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1998 Jul; 12 (1): 45.9.
18. Welsh A. W., Humphries K., Congrove D. O., Taylor M. J., Fisk N. M. Developments of three-dimensional power Doppler ultrasound imaging of fetoplacental vasculature // *Ultrasound Med Biol.* 2001 Sep; 27 (9): 1161.70.

© Камаева Татьяна Александровна (tatyankamaev@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ТОРАКАЛЬНЫЙ АКТИНОМИКОЗ (ОБЗОР)

## THORACIC ACTINOMYCOSIS (REVIEW)

**O. Konovalova  
A. Yashnov  
Yu. Hanina  
N. Yashnova  
M. Burtseva**

*Summary.* Thoracic actinomycosis is a fairly rare disease. But at the same time, actinomycosis of this area is difficult to treat. Thoracic actinomycosis includes damage to the bronchi, lungs, ribs, chest wall, subpleural zones, bronchopulmonary lymph nodes, thoracic spine, breast. However, it is possible to develop this form of the disease due to the local spread of the cervical-facial process, perforation of the diaphragm due to damage to the abdominal cavity or hematogenic spread from any remote focus of infection. Treatment of thoracic actinomycosis involves complex therapy. Moreover, it should be noted that early diagnosis and timely treatment gives a favorable outcome. In this article, we have tried to combine all the known information about this pathology. The focus is on the clinic, diagnosis and treatment.

*Keywords:* actinomycosis of the lungs, bronchial actinomycosis, actinomycosis of the ribs, actinomycosis of the mammary gland, actinomycosis of the thoracic spine, aktinoliziat.

**Коновалова Ольга Геннадьевна**

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

**Яшнов Алексей Александрович**

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия  
alexyashnov@mail.ru

**Ханина Юлия Сергеевна**

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

**Яшнова Надежда Борисовна**

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

**Бурцева Мария Александровна**

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

*Аннотация.* Торакальный актиномикоз довольно редкое заболевание. Но вместе с тем актиномикоз данной области трудно поддается лечению. Торакальный актиномикоз включает в себя поражение бронхов, легких, ребер, грудной стенки, субплевральных зон, бронхопульмональных лимфоузлов, грудного отдела позвоночника, молочной железы. Вместе с тем возможно развитие данной формы заболевания вследствие локального распространения шейно-лицевого процесса, перфорации диафрагмы из-за повреждения брюшной полости или гематогенным распространением из любого отдаленного очага инфекции. Лечение торакального актиномикоза предполагает комплексную терапию. Причем необходимо отметить, что ранняя диагностика и своевременно начатое лечение дает благоприятный исход. В данной статье мы постарались объединить все известные сведения об этой патологии. Прицельно уделяется внимание клинике, диагностике и лечению.

*Ключевые слова:* актиномикоз легких, актиномикоз бронхов, актиномикоз ребер, актиномикоз молочной железы, актиномикоз грудного отдела позвоночника, актинолизат.

**Т**оракальный актиномикоз включает в себя поражение бронхов, легких, ребер, грудной стенки, субплевральных зон, бронхопульмональных лимфоузлов, грудного отдела позвоночника, молочной железы и встречаются примерно в 1,3% случаев.

Причиной развития данного поражения чаще всего является аспирация патогенного материала из ротовой полости, в виде зубного налета, зубного конкремента, содержимого крипты миндалина и т.д. Вместе с тем возможно развитие данной формы заболевания вследствие локального распространения шейно-лицевого процесса, перфорации диафрагмы из-за повреждения

брюшной полости или гематогенным распространением из любого отдаленного очага инфекции.

В легкие, грибок чаще всего заносится током крови, такой вид попадания инфекции носит название — милиарное обсеменение. Согласно статистике, ткани легкого повреждаются у одного из шести пациентов. Для сапрофитов свойственно метастазирование по кровеносным сосудам.

Торакальный актиномикоз может проявляться клинической картиной катарального или гнойного бронхита, бронхопневмонии, абсцесса легкого, плеврита,





Рис. 1. Рентгенография. Торакальный актиномикоз

остеомиелита ребер, а также выглядеть как опухоль средостения или бронхопневмический инфильтрат.

Клинически торакальный актиномикоз начинается проявляться кашлем, при котором происходит скудное отделение слизистой или слизисто-гноющей мокроты. Далее присоединяется кровохарканье, одышка, количество выделяемой мокроты растет, повышается температура тела, отмечается обильное потоотделение, появляется боль при вдохе в грудной клетке, происходит формирование в области грудной стенки инфильтрата, возможно с участками абсцедирования, или свищей с гнойно-геморрагическим отделяемым.

Втягивание в патологический процесс плевры вызывает у пациента выраженный болевой синдром. Далее наблюдается поражение стенки грудной клетки. Актиномикоз часто проявляется образованием под кожей инфильтратов сине-багрового цвета, довольно плотных, размягчающихся с возникновением гноящихся свищей, а также разрушением ребер.

При поражении актиномицетами бронхов, появляется изнурительный кашель с отделением мокроты, поднимается температура тела до фебрильных цифр, присоединяются колюще боли в грудной клетке.

При развитии актиномикотического трахеита клиническая картина пациенты жалуются на затруднение дыхания и одышку. При обследовании отмечается уменьшение просвета и деформация трахеи. Гранулематозный актиномикотический процесс может распространяться на мягкие ткани шеи.



Рис. 2. Томография — очаг актиномикоза в нижней доле легкого

При инфицировании актиномицетами молочной железы в клинической картине обращает на себя внимание образование рецидивных свищей, наличие плотного инфильтрата на фоне отсутствия сильных болей.

Деструктивные изменения в костной ткани ребер и грудины имеют характерные для актиномикоза черты: чередование участков остеосклероза и остеолизиса, округлые дефекты в виде «сот» или «пробойниковых отверстий» и др.

Диагностировать торакальный актиномикоз достаточно проблематично, т.к. на начальной стадии заболевания отсутствуют какие-либо специфические проявления актиномикоза. Зачастую диагноз выставляется только при лабораторном исследовании мокроты на наличие друз грибка.

При бронхоскопии: эндобронхит, ригидность и деформация бронхов, вплоть до развития симптома «ампутация бронха». На рентгенограммах — усиление легочного рисунка, интенсивная инфильтрация легочной ткани, эмфизема, фиброз в прикорневой зоне.

При фистулографии определяются разветвленные свищевые ходы. Рентгенологически вначале выявляется снижение прозрачности легочной ткани, затем наоборот плотность усиливается, тень становится мраморной за счет множества просветлений, воспалительный очаг неоднородной структуры с полициклическими неровными контурами иногда соединяется «дорожкой» с корнем легкого, часто поражается плевра. В актиномикотический конгломерат постепенно вовлекаются главные бронхи (рис. 1, 2).

Подтвердить диагноз актиномикоза поможет гистологическое исследование при взятии материала при инвазивном вмешательстве.

Лечение торакального актиномикоза предполагает комплексную терапию. Причем необходимо отметить, что ранняя диагностика и своевременно начатое лечение дает благоприятный исход.

Комплексная терапия включает в себя использование антибактериальных препаратов, сульфаниламидов, иммунотерапию, общеукрепляющие средства, физиолечение, хирургические вмешательства, иногда по показаниям проводят дезинтоксикационную терапию.

При применении антибактериальных препаратов предпочтение отдается антибиотикам пенициллинового ряда. Можно назначать тетрациклины, аминогликозиды и цефалоспорины. Длительность применения от 10 дней до 2 недель в максимальных дозах.

Использование сульфаниламидных препаратов дает очень хороший противовоспалительный эффект.

Для воздействия на иммунную систему с целью стимуляции продукции антител к различным возбудителям инфекции и повышению резистентности организма наиболее эффективно использовать актинолизат. Препарат вводят внутримышечно 3 раза в неделю: детям до 3 лет по 0,1 мл/кг, от 3 до 14 лет — по 2 мл, после 14 лет — по 3 мл. Продолжительность курса — 20–25 инъекций. перерыв между курсами — 1 мес. Число курсов (от 2 до 6) зависит от формы и тяжести заболевания. Через 1 месяц после клинического выздоровления для предупреждения рецидива проводят профилактический курс (5–15 инъекций) [2].

Текущие рекомендации для антибиотикотерапии актиномикоза следующие [3]:

- ◆ амоксициллин + клавулановая кислота:

1 неделя — 2 г 3 раза в день амоксициллина + 19. 0.2 г 3 раза в день клавулановой кислоты;

- ◆ 2–4 неделя — 1 г 3 раза в день амоксициллина +

0,1 г 3 раза в день клавулановой кислоты;

- ◆ Актинолизат 3мл внутримышечно 2 раза в неделю — 25 инъекций,

через 1 месяц курс повторить, число инъекций сокращается до 20.

- ◆ Местное воздействие УФО на рану.

В остром периоде чаще всего хирургическое лечение заключается в дренировании очага с последующим применением противовоспалительной, иммунной, антибактериальной терапии.

При актиномикозе легких и колонизации легочных каверн актиномицетами проводятся лобэктомия, иногда с резекцией ребер, вскрытие и дренирование гнойных полостей, каверн и очагов распада. В случае актиномикоза подмышечных и паховых областей, развившегося на фоне хронического гнойного гидраденита, очаги поражения иссекают, по возможности единым блоком, в пределах визуально здоровых тканей [1].

При развитии актиномикотического процесса в молочной железе производят секторальное иссечение очагов актиномикоза с предварительным прокрашиванием свищевых ходов [1].

В послеоперационном периоде продолжают противовоспалительную и иммуномодулирующую терапию актинолизатом, по показаниям проводят гемотрансфузии и физиопроцедуры, ежедневно делают перевязки. Швы снимают на 8–10-й день. Прогноз более благоприятный, если лечение начато на ранних стадиях заболевания на фоне адекватной иммунотерапии актинолизатом [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бузова С. А. Торакальный актиномикоз. Пульмонология и аллергология. — 2012. — № 3. — С. 2–4.
2. Бузова С.А., Федюкина М. Ю., Эмирасланов Ф. Л., Яковлев А. Б. и другие. Актинолизат — эффективное иммуномодулирующее средство с противовоспалительным действием для лечения разнообразных форм гнойно-воспалительных бактериальных и грибковых заболеваний. Материалы научно-практической конференции «Импортозамещение, доступная медицинская помощь и равные возможности в дерматологии». — М., 2017. — С. 112–115.
3. Яшнов А.А., Лобанов С. Л., Коновалова О. Г., Яшнова Н. Б., Мантуленко Л. В., Черешнева О. И. Актиномикоз человека современное представление // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». — 2018. — № 4. — с. 196–201.

© Коновалова Ольга Геннадьевна, Яшнов Алексей Александрович ( alexyashnov@mail.ru ),

Ханина Юлия Сергеевна, Яшнова Надежда Борисовна, Бурцева Мария Александровна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ЭНДОМЕТРИТА У ПАЦИЕНТОК ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМ РЕПРОДУКТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

## EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE TREATMENT OF CHRONIC ENDOMETRITIS IN PATIENTS IN PREPARATION FOR ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES

**E. Kosykh  
I. Korotkikh  
A. Filin**

*Summary.* The article presents generalized data of foreign and domestic literature on inflammatory changes in the endometrium and their role in the formation of infertility in women of reproductive age. It was noted that chronic endometritis (CE) is characterized by a fairly high resistance of the flora to drug therapy and an increase in the duration of treatment, which confirms the relevance of the search for effective and relatively inexpensive methods of treating CE in preparation for assisted reproductive technology (ART) programs. The use of ART allows one to achieve the implantation of viable embryos into the uterine cavity exclusively under conditions of receptive endometrium, which makes it important to study the problems of an integrated approach to the treatment of CE using immunomodulating therapy. The results of this work indicate the advisability of administering the drug derinat to women suffering from CE.

*Keywords:* chronic endometritis, infertility, miscarriage, endometrium, in vitro fertilization (IVF).

**Косых Екатерина Владимировна**

Аспирант, ФГБОУ ВО Воронежский Государственный  
Медицинский Университет им. Н. Н. Бурденко  
ekaterina1991kosykh@gmail.com

**Коротких Ирина Николаевна**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО Воронежский  
Государственный Медицинский Университет  
им. Н. Н. Бурденко

**Филин Андрей Анатольевич**

К.м.н., ФГБОУ ВО Воронежский Государственный  
Медицинский Университет им. Н. Н. Бурденко

*Аннотация.* В статье представлены обобщенные данные зарубежной и отечественной литературы о воспалительных изменениях в эндометрии и их роли в формировании бесплодия у женщин репродуктивного возраста. Отмечено, что хронический эндометрит (ХЭ) характеризуется довольно высокой резистентностью флоры к лекарственной терапии и увеличением сроков лечения, что подтверждает актуальность поиска эффективных и относительно недорогих способов лечения ХЭ при подготовке к программам вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ). Применение ВРТ позволяет достичь имплантации жизнеспособных эмбрионов в полость матки исключительно в условиях рецептивного эндометрия, что обуславливает актуальность изучения проблемы комплексного подхода к терапии ХЭ с применением иммуномодулирующей терапии. Результаты данной работы свидетельствуют о целесообразности назначения препарата деринат женщинам, страдающим ХЭ.

*Ключевые слова:* хронический эндометрит, бесплодие, невынашивание беременности, эндометрий, экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО).

### Актуальность

**Ш**ирокомасштабное применение у женщин в активном детородном возрасте внутриматочных манипуляций (гистероскопий, аборт, ВМС и проч.) привело к тому, что хронический эндометрит (ХЭ) как нозология приобрел актуальность, за счет повышения частоты этого заболевания в последние несколько лет [1,2,3,4,5]. Хронический эндометрит является клинически значимой патологией с позиции репродукции и требует обязательной диагностики и лечения у женщин, страдающих бесплодием, при использовании про-

грамм вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) [1,6].

Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) – это методы преодоления бесплодия, при которых отдельные или все этапы зачатия и раннего развития эмбрионов осуществляются вне организма женщины.

Проведение вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) как медицинских услуг осуществляется по медицинским показаниям в случае отсутствия противопоказаний и при наличии письменного информиро-

ванного согласия пациентов. При этом следует отметить тот факт, что лечение ХЭ является всего лишь подготовительным этапом к ВРТ, поскольку успешная имплантация жизнеспособных эмбрионов в программах экстракорпорального оплодотворения возможна только при наличии рецептивного эндометрия.

Значительное развитие современной фармакотерапии различных нозологий, в том числе и воспалительных заболеваний органов малого таза (ВЗОМТ) у женщин, не привело к резкому скачку эффективности их лечения. Современные особенности течения ХЭ обуславливают некоторые сложности ведения женщин с этой патологией, среди которых наиболее актуальными являются: полиэтиологичная изменчивость структуры ХЭ, трудности идентификации микробного агента в эндометрии, волнообразно-прогрессирующее течение данной патологии, ведущее к нарастающему во времени повреждению эндометрия; отсутствие самовосстановления эндометрия при длительности персистенции в нем повреждающего агента более 2 лет даже после элиминации последнего [7,8].

Описанные особенности ХЭ затрудняют выбор этиотропного лечения и требуют проведения дополнительных терапевтических мероприятий при длительном течении заболевания с целью устранения каскада вторичных изменений эндометрия.

Учитывая воспалительную природу заболевания, целесообразность проведения антибактериальной терапии у пациенток с ХЭ в настоящее время не вызывает сомнений, однако до сих пор спорным остается вопрос о характере противомикробной терапии. Выявление же стерильных посевов из полости матки и цервикального канала при наличии клинических проявлений ХЭ наводят на мысль о том, что имеется вирусная инвазия в эндометрии, что в свою очередь является показанием для проведения иммуномодулирующей терапии. При хронических заболеваниях в очаге воспаления присутствуют и иммуносупрессорные макрофаги, предупреждающие разрушительные аутоиммунные повреждения.

«Первую линию» защиты от инфицирования представляют эффекторы врожденного иммунитета, которые обеспечивают своевременное выявление чужеродных инфекционных агентов и их быструю элиминацию. Среди сигнальных рецепторов врожденного иммунитета выделяют генетически детерминированные структуры TLRs. TLRs — это трансмембранные белки, играющие центральную роль в инициации врожденного иммунного ответа. TLRs формируют воспалительную реакцию, направленную на эрадикацию инфекционного агента. Открытие TLRs в женском репродуктивном тракте обозначило их потенциальное клиническое значение.

TLRs играет важную роль в осуществлении противомикробной защиты эндометрия. Исходя из вышеперечисленного, возникает задача подбора терапевтического средства, сочетающего в себе свойства иммуномодулятора с выраженным репаративным эффектом. В данном аспекте интерес представляет отечественный препарат деринат. Иммуномодулирующий эффект, которого обусловлен взаимодействием действующего вещества препарата с патогенраспознающими рецепторами (TLRs), что в свою очередь стимулирует факторы роста эндотелиоцитов и образование новых сосудов.

В данный момент времени оправданным считается проведение морфологической диагностики ХЭ с целью предотвращения развития необратимых структурных изменений эндометрия и выбора тактики ведения пациентки (своевременное назначение противовоспалительной терапии).

Залогом успешного завершения вспомогательных репродуктивных технологии является предварительная комплексная оценка состояния женщины и проведение своевременной этиологически и патогенетически обоснованной терапии выявленной патологии эндометрия.

### Цель исследования

Изучение клинической эффективности препарата Деринат® (раствор для внутримышечного введения 15 мг/мл, флакон) в комплексной терапии ХЭ, ассоциированным с бесплодием у женщин репродуктивного возраста, заключающейся в повышении эффективности ВРТ.

### Задачи исследования

1. Купирование клинических симптомов при их наличии (боль внизу живота тянущего и ноющего характера, болезненности, увеличения и уплотнения матки, положительная динамика по УЗИ: повышение однородности эхоструктуры эндометрия, рост эндометрия во 2 фазе менструального цикла);
2. Эффективное лечение инфекций, передающихся половым путем;
3. Уменьшение количества повторных внутриматочных вмешательств;
4. Восстановление репродуктивной функции.

### Материалы и методы исследования

Клиническая часть исследования проводилась на базе кафедры акушерства и гинекологии №1 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Лабораторные исследования проводились на базе клинко-диагностической лабо-

Таблица 1. Алгоритм проведения врачебных визитов в исследовании

Этап исследования	Срок исследования	Описание алгоритма действий
1-й визит	1-й месяц наблюдения	скрининг, на котором перед включением пациентов в исследование (0-й день) проводится обследование: изучение анамнеза (наличие хронического эндометрита в анамнезе, аборт); внутриматочные инвазивные манипуляции (выскабливание полости матки, введение или извлечение ВМК); бесплодие; привычное невынашивание, длительность заболевания, сведений о сопутствующих заболеваниях и сопутствующей терапии), оценка общих показателей (ЧСС, АД, температура тела), бимануальное исследование
2-й визит		УЗИ органов малого таза на 5–7 дни менструального цикла
3-й визит		На 9–10 менструального цикла биопсия эндометрия (вакуум-аспирация эндометрия мануальным вакуум-аспиратором Pentcraft) с последующим микробиологическим (Фемофлор) и иммуногистохимическим (синдекан-1) анализом состава полости матки, кофокусный анализ экспрессии TLR9
4-й визит		УЗИ органов малого таза на 22–24 день менструального цикла
5-й визит	2-й месяц наблюдения	применение терапии согласно группе больных с 1-го дня менструального цикла
6-й визит	3-й месяц наблюдения	УЗИ органов малого таза на 5–7 день менструального цикла
7-й визит		На 9–10 менструального цикла биопсия эндометрия (вакуум-аспирация эндометрия мануальным вакуум-аспиратором Pentcraft) с последующим микробиологическим (Фемофлор) и иммуногистохимическим (синдекан-1) анализом состава полости матки, кофокусный анализ экспрессии TLR9
8-й визит		УЗИ органов малого таза на 22–24 день менструального цикла
9-й визит	4–6-й месяцы наблюдения	контрольный визит на фоне беременности (на 150±30й день исследования)

ратории БУЗ ВО «Воронежская областная клиническая больница № 1». Патоморфологические исследования осуществлялись в отделении морфологических анализов ГУЗ «Воронежское областное патологоанатомическое бюро».

Проведенное исследование инициировалось держателем регистрационного удостоверения препарата деринат® (ООО «ФармПак», Россия) и соответствовало структуре пострегистрационного исследования эффективности по однородности выборок групп, возрасту пациентов, полу, частоте заболеваний за период исследования, фоновой патологии.

В исследование было включено 60 пациенток в возрасте от 20 до 41 года, что соответствовало критериям активного репродуктивного возраста с установленным диагнозом: привычное невынашивание беременности, хронический эндометрит. К критериям исключения пациенток из исследования относилось: индивидуальная непереносимость применяемой терапии; наличие заболеваний, требующих назначения антибактериальной, противовирусной и иммуномодулирующей терапии и/или хронических заболеваний мочеполовой системы; участие в каких-либо клинических исследованиях в течение предыдущего месяца и/или отказ пациента принимать участие в исследовании. Все больные, включенные в исследование, получали лечение в условиях гинеколо-

гических отделений (N1, N2 и N4) Перинатального центра «Воронежская областная клиническая больница № 1». На протяжении исследования проводилось 9 визитов пациенток (таблица 1). Период наблюдения составил 6 месяцев.

Исследовательские группы представлены следующим образом: группа 1 (основная) — 30 пациенток с привычным невынашиванием беременности и хроническим эндометритом в возрасте от 21 до 41 года, которым проводилось стандартное антибактериальное лечение в комплексе с применением препарат Деринат раствор для внутримышечного введения 15 мг/мл (флакон), производитель ООО «ФЗ Иммунолекс», Россия) по 5 мл (75 мг) 1 раз в сутки через 48 часов в течение 10 дней, 10 инъекций на курс; группа 2 (контрольная) — 30 пациенток с привычным невынашиванием беременности и хроническим эндометритом в возрасте от 21 до 41 года, которым проводилось стандартное антибактериальное лечение без комплексного применения иммуномодулирующей терапии. Антибактериальные препараты применяются согласно результатам бактериологического исследования по утвержденным схемам лечения ЗППП (КП утвержденных Экспертной комиссией, протокол М 10 от 4 июля 2014 года).

Морфологические методы исследования включали в себя: биопсия эндометрия (вакуум-аспирация эндоме-

Таблица 2. Соотношение клинических симптомов ХЭ в исследовании до начала лечения

Клинический симптом ХЭ	Группа1 n(%)	Группа2 n(%)
Нарушение менструального цикла	(80%)	(93%)
Бесплодие (трубно-овариальные причины)	(40%)	(44%)
Бесплодие (гормональное)	(30%)	(24%)
Воспалительные заболевания репродуктивной системы в анамнезе	(65%)	(58%)
Неудачные попытки ЭКО	30(100%)	30(100%)

Таблица 3. Соотношение иммунокомпетентных клеток у пациенток в исследовании

Маркеры	Группа1 (ср. кол-во кл/объем.плотн.)		Группа2 (ср. кол-во кл/объем.плотн.)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
CD68	16,8/11,1	14,9*/9,6*	16,8/10,6	16,7*/10,5*
CD163	21,7/13,6	21,4/14,1*	21,3/13,2	19,2/11,4
CD138	1,2/0,8	1,5*/0,9*	1,3/0,8	1,2*/0,8*
TLR9	3,5/2,4	1,6/1,1	2,2/1,4	1,2/0,8

Примечание; \* —  $p < 0,001$

трия мануальным вакуум аспиратором Pentcraft; исследование биоценоза урогенитального тракта у женщин репродуктивного возраста методом ПЦР с детекцией результатов в режиме реального времени (Фемофлор); иммуногистохимический анализ (синдекан-1) биопсийного материала полости матки; кофокусный иммуногистохимический анализ экспрессии TLR9 с помощью моноклональных антител; кофокусный иммуногистохимический анализ M 1 или M2 фенотипа резидентных макрофагов с помощью моноклональных антител; кофокусный иммуногистохимический анализ PD1 с помощью моноклональных антител.

Оценка эффективности терапии на основании: восстановления репродуктивной функции (наступление беременности, благополучное протекание беременности), прироста эндометрия по данным УЗИ.

Проведение статистической обработки результатов исследования осуществлялось с помощью пакетов программ Exce1 2010, Statistica 10.0, SPSS for Windows с использованием параметрических или не` параметрических критериев (t-критерий Стьюдента, а также критерии Манна — Уитни и Вилкоксона соответственно). Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

#### Характеристика исследуемого препарата

В исследовании оценивали клиническую эффективность препарата Деринат (раствор для внутримышечно-

го введения 15 мг1мл, флакон) в комплексной терапии ХЭ, ассоциированным с бесплодием у женщин репродуктивного возраста. Препарат относится к фармакотерапевтической группе: иммуномодулирующие средства, регенерант, репаратант.

Согласно литературным данным Деринат® обладает свойствами агониста агонистом толл-подобных рецепторов 9 (Toll-like reseptors 9, TLR9, CD289) Иммуномодулирующий эффект обусловлен взаимодействием действующего вещества препарата (цитозин-гуанин (CG)) с патоген-распознающими рецепторами (TLR9) на иммунокомпетентных клетках, что приводит к последующей активации целого ряда иммунных механизмов. Стимуляция TLR9 макрофагов, а также их IFN $\gamma$ , приводит к активации трёх уровней макрофагального ответа и повышению репаративного потенциала клеточных структур.

#### Результаты собственных исследований

В результате проведенных исследований установлено, что в 100% случаев как в первой, так и во второй группах исследования ведущим клиническим симптомом ХЭ было «неудачные попытки ЭКО» (таблица 2).

Так же стоит отметить, что ни у одной из пациенток не было моносимптоматического течения ХЭ. Как правило, полисимптоматичность формировалась из сочетания 3-х и более симптомов таких как неудачные попытки ЭКО, бесплодие с трубно-овариальными причинами,

нарушение менструального цикла у 29 (48%) пациенток обеих групп. Или неудачные попытки ЭКО, бесплодие с гормональными причинами, нарушение менструального цикла — у 21 (35%) женщин. Воспалительные заболевания репродуктивной системы активно соседствовали с бесплодием (трубно-овариальные причины), нарушениями менструального цикла и неудачными попытками ЭКО — 19 (32%) женщин.

Иммуногистохимическое исследование проводилось всем пациенткам двух групп до и после лечения. Полученные результаты показывают большую гетерогенность. Количество макрофагов CD68 после применения препарата уменьшается, но при этом макрофаги СО 163 демонстрируют обратную динамику. Плазмоциты CD138, несмотря на увеличение среднего числа и объемной плотности, демонстрируют выраженную негативную динамику. Количество клеток, экспрессирующих TOLL-подобные рецепторы, снижалось. Положительная динамика наблюдалась в 8 случаях (36%), причем средний показатель прироста числа клеток составил 27%. В оставшихся случаях (64%) число клеток снижалось в среднем на 29,4%. Положительная динамика наблюдалась в 13% случаев (59,5%), средний показатель увеличения числа клеток — 39,4% в остальных случаях — динамика отрицательная. Оценить динамику изменения количества плазмоцитов удалось не во всех случаях, потому что изначально в группе до лечения эти типы клеток отсутствовали. В 10 случаях CD 138 не было обнаружено вообще. После лечения появилась экспрессия плазмоцитов. Экспрессия TLR9 после применения препарата уменьшилась в 16 случаях (73%), в остальных случаях количество клеток в среднем увеличилось на 66,5%. Таким образом, на фоне приема препарата Деринат® существенно увеличилось количество клеток, участвующих в фагоцитарной активности макрофагов и клеточной пролиферации. После лечения у всех паци-

енток была получена адекватная дню цикла гистологическая картина эндометрия и отсутствие воспалительных изменений.

### Обсуждение результатов

Отмечено, что в основе проведения комплексного патогенетически обоснованного лечения при ХЭ лежат два механизма. В основе первого, способствующего восстановлению нарушенной ангиоархитектоники эндометрия и уменьшению степени ишемии ткани — предотвращение образования в эндометрии воспалительного инфильтрата (уменьшение количества иммунокомпетентных клеток (CD8, CD56, CD68, CD138), уровня провоспалительных цитокинов и факторов роста (IL-1, IL-6, IFN- $\gamma$ , TNF, TGF, VEGF и др.). Вследствие этого наблюдается восстановление. Ко второму противовоспалительному механизму относится нормализация регенеративных процессов в эндометрии на фоне снижения интенсивности апоптоза клеток и склеротических изменений в ткани, о чем свидетельствует восстановление показателей Ki-67, EGF, Apo-protein, уровней MMPs и различных видов коллагена. Важнейшим итогом комплексного лечения ХЭ является восстановление рецептивности эндометрия, что лежит в основе возможности успешной реализации репродуктивной функции в дальнейшем.

### Выводы

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о целесообразности включения в комплексную терапию хронического эндометрита препарата деринат®, который обеспечивает лечению длительный положительный эффект, восстанавливает основные звенья иммунитета — все это позволяет улучшить репродуктивную функцию пациенток, у которых ранее ЭКО было неэффективно.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дюжева Е. В. Гормональная подготовка эндометрия у пациенток с неэффективными попытками ЭКО в анамнезе. — М., 2010; дисс., канд. мед. наук.
2. Шишканова О. Л. Оптимизация тактики лечения хронического эндометрита у пациенток с нарушением репродуктивной функции с использованием импульсной электротерапии. — М., 2008; дисс., канд. мед. наук.
3. Amui J., Check J. H., Cohen R. Successful twin pregnancy in a donor oocyte recipient despite a maximum endometrial thickness in the late proliferative phase of 4 mm // *Clin. Exp. Obstet. Gynecol.* — 2011. — Vol. 38(4). — P. 328–329.
4. Kasius J. C., Broekmans F. J., Sie-Go D. M., et al. The reliability of the histological diagnosis of endometritis in asymptomatic IVF cases: a multicenter observer study // *Hum. Reprod.* — 2012. — Vol. 27. — P. 153–158.
5. Kasius J. C., Fatemi H. M., Bourgain C., et al. The impact of chronic endometritis on reproductive outcome // *Fertil. and Steril.* — 2011. — Vol. 96(6). — P. 1451–1456.
6. Рудакова Е. Б., Мозговой С. И., Пилипенко М. А., и др. Хронический эндометрит: от совершенствования диагностического подхода к оптимизации лечения // *Лечащий врач.* — 2008. — № 10. — С. 610.
7. Senturk L. M., Ere C. T. Thin endometrium in assisted reproductive technology // *Curr. Opin. Obstet. Gynecol.* — 2008. — Vol. 20(3). — P. 221–228.
8. Soares S. R., Velasco J. A., Fernandez M., et al. Clinical factors affecting endometrial receptiveness in oocyte donation cycles // *Fertil. and Steril.* — 2008. — Vol. 89. — P. 491–501.

9. Боярский К.Ю., Гайдуков С. Н., Пальченко Н. А. Современный взгляд на проблему рецептивности и тонкого эндометрия в программах ВРТ: обзор литературы // Проблемы репродукции. — 2013. — Т. 19, № 4. — С. 51–60.
10. Reynolds K., Khoury J., Sosnowski J., et al. Comparison of the effect of tamoxifen on endometrial thickness in women with thin endometrium (<7mm) undergoing ovulation induction with clomiphene citrate // Fertil. and Steril. — 2010. — Vol. 93(6). — P. 2091–2093.
11. Волкова Е.Ю., Силантьева Е. С., Серов В. Н., и др. Влияние физиотерапии на гемодинамику матки у женщин с нарушением репродуктивной функции и «тонким» эндометрием // Российский вестник акушера-гинеколога. — 2012. — № 3. — С. 50–54.
12. Check J.H., Cohen R. Live fetus following embryo transfer in a woman with diminished egg reserve whose maximal endometrium thickness was less than 4 mm // Clin. Exp. Obstet. Gynecol. — 2011. — Vol. 38. — P. 330–332.
13. Калинина Е.А., Дюжева Е. В. Применение пероральных контрацептивов в программе экстракорпорального оплодотворения // Акуш. и гин. — 2009. — № 2. — С. 11–13.
14. Miwa I., Tamura H., Takasaki A., et al. Pathophysiologic features of 'thin' endometrium // Fertil. and Steril. — 2009. — Vol. 91(4). — P. 998–1004.
15. Takasaki A., Tamura H., Miwa I., et al. Endometrial growth and uterine blood: a pilot study for improving endometrial thickness in the patients with a thin endometrium // Fertil. And Steril. — 2010. — Vol. 93(6). — P. 1851–1858.
16. Рудакова Е.Б., Лобода О. А. Хронический эндометрит в аспекте результативности программ экстракорпорального оплодотворения // Лечащий врач. — 2012. — № 11. — С. 22–24.
17. Casper R. F. It's time to pay attention to the endometrium // Fertil. And Steril. — 2011. — Vol. 96. — P. 519–521.
18. Dix E., Check J. H. Successful pregnancies following embryo transfer despite very thin late proliferative endometrium // Clin. Exp. Obstet. Gynecol. — 2010. — Vol. 37. — P. 15–16.
19. Филатов О.Ю., Кашаева О. В., Бугримов Д. Ю., и др. Морфофизиологические принципы иммунологического действия ДНК эукариот // Российский Иммунологический журнал. — 2013. — Т. 7., № 16. — С. 4.
20. Jimenez P.T., Schon S. B., Odem R. R., et al. A retrospective crosssectional study: fresh cycle endometrial thickness is a sensitive predictor of inadequate endometrial thickness in frozen embryo transfer cycles // Reprod. BioEndocrinol. — 2013. — Vol. 10. — P. 35.

© Косых Екатерина Владимировна (ekaterina1991kosykh@gmail.com), Коротких Ирина Николаевна, Филин Андрей Анатольевич.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко



## РОЛЬ МАКРОФАГОВ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИММУНОТЕРАПИИ ХРОНИЧЕСКОГО ЭНДОМЕТРИТА

### THE ROLE OF MACROPHAGES IN ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF IMMUNOTHERAPY OF CHRONIC ENDOMETRITIS

*E. Kosykh  
I. Korotkikh*

*Summary.* The article considers such an important aspect as the violation of immunomorphological changes in the endometrium during the development of chronic endometritis (CE).

CE, in turn, is the most common cause of the development of female infertility.

Of particular importance in the process of implementing changes in the immune response for this pathology is macrophages, an increase in which in the endometrium of women can characterize the intensity of the inflammatory process in tissues and serve as a prognostically unfavorable factor for normal adhesion and blastocyst implantation.

The inclusion of Derinat in the complex therapy of chemotherapy helps to restore the main links of the immune system, creating the prerequisites for the effective implementation of in vitro fertilization (IVF).

*Keywords:* chronic endometritis, infertility, immunity, immune response, endometrium, macrophages, in vitro fertilization (IVF).

**Косых Екатерина Владимировна**

Аспирант, ФГБОУ ВО Воронежский Государственный  
Медицинский Университет им. Н. Н. Бурденко  
ekaterina1991kosykh@gmail.com

**Коротких Ирина Николаевна**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО Воронежский  
Государственный Медицинский Университет  
им. Н. Н. Бурденко

*Аннотация.* В статье рассмотрен такой важный аспект как нарушение иммуноморфологических изменений в эндометрии при развитии хронического эндометрита (ХЭ).

ХЭ в свою очередь является наиболее частой причиной развития женского бесплодия.

Особое значение в процессе реализации изменений в иммунном ответе при данной патологии отводится макрофагам, увеличение которых в эндометрии женщин может характеризовать интенсивность воспалительного процесса в тканях и служить прогностически неблагоприятным фактором для осуществления нормальной адгезии и имплантации бластоцисты.

Включение в комплексную терапию ХЭ препарата Деринат способствует восстановлению основных звеньев иммунитета, создавая предпосылки эффективного проведения экстракорпорального оплодотворения (ЭКО).

*Ключевые слова:* хронический эндометрит, бесплодие, иммунитет, иммунный ответ, эндометрий, макрофаги, экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО).

### Актуальность

**В** настоящее время одной из ведущих причин женского бесплодия являются хронические воспалительные патологии органов малого таза, и в частности, воспаления внутренней оболочки матки — хронический эндометрит [1,2]. По результатам последних исследований заболеваемость хроническим эндометритом у женщин активного репродуктивного возраста может достигать 66,3% среди всей воспалительной нозологии органом малого таза [2,3]. Недавно выполненные исследования свидетельствуют о том, что ХЭ связан с бесплодием и невынашиванием беременности; он был выявлен у 12–46% бесплодных пациентов, у 30% женщин с неудачно выполненным ЭКО.

Важное значение в развитии хронического воспалительного процесса в эндометрии отводится возникновению

развития дисбаланса между гормональной и иммунной системами организма, с одной стороны, и патогенами — представителями микробиоценоза с другой [3,4,5,6].

Обострение хронических воспалительных заболеваний органов малого таза может сопровождаться как развитием недостаточности, так и повышением количества регуляторных субпопуляций лимфоцитов, нарушением кооперационных связей между ними, постепенным снижением фагоцитарной функции макрофагов соответственно тяжести и длительности заболевания [7]. Высокая вирулентность, избыточное количество инфекционных агентов, формирование дефектов отдельных звеньев иммунной системы приводят к развитию атипичного воспаления [8,9].

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных анализу иммунологических аспектов

при ХЭ, состояние местного иммунитета эндометрия при инфекционном поражении слизистой оболочки матки продолжает оставаться дискуссионным [10,11,12,13,14].

В литературных данных отмечено, что в пролиферативную фазу на 7–11-й день цикла в эндометрии выявлено достоверное увеличение числа моноцитов/макрофагов (CD14+) и NK-клеток (CD56+). Отмечается незначительное повышение общего числа Т-лимфоцитов (CD3+). Уровни Т-хелперов (CD4+) и Т — супрессоров (CD8+), а также их соотношение не отличаются от показателей у здоровых женщин. Увеличение числа NK-клеток (CD56+) и макрофагов (CD14+) в эндометрии женщин с патологией репродукции характеризует интенсивность воспалительного процесса в ткани и является неблагоприятным фактором, препятствующим нормальной адгезии и имплантации бластоцисты, а также дальнейшему развитию трофобласта. [8,15,16].

Число CD95+ клеток (маркеров апоптоза) значительно превышает аналогичный показатель у здоровых женщин, и свидетельствует о высоком уровне запрограммированной клеточной гибели на фоне хронического воспаления в эндометрии. Отмечено, что перитонеальные макрофаги, выделенные от пациентов с эндометритом, способны вызывать снижение фагоцитарной способности и снижение экспрессии кластера дифференцировки 36 (CD36) [17,18,19].

Дисбаланс подмножеств Т-клеток приводит к аберрантным секрециям цитокинов и воспалению, что приводит к увеличению выраженности симптомов ХЭ. До сих пор неясно, являются ли иммунные клетки первичной причиной и / или стимулируют действия, которые усиливают заболевание; однако в любом случае модулирование действий этих клеток может предотвратить инициацию или прогрессирование заболевания. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы углубить понимание ХЭ и разработать новые подходы к лечению женщин, страдающих этим заболеванием. Исходя из вышеперечисленного, важное значение уделяется подбору адекватной терапии, сочетающей в себе свойства иммуномодулятора. В данном аспекте интерес представляет отечественный препарат Деринат®, иммуномодулирующий эффект которого обусловлен взаимодействием действующего вещества препарата с патогенраспознающими рецепторами (TLR9), что в свою очередь стимулирует факторы роста эндотелиоцитов и образование новых сосудов.

### Цель исследования

Изучение роли макрофагов в формировании врожденного иммунитета при хроническом эндометрите на основе клинической эффективности препарата Деринат® (раствор для внутримышечного введения 15 мг/

мл, флакон) в комплексной терапии ХЭ, ассоциированным с бесплодием у женщин репродуктивного возраста.

### Материалы и методы исследования

Клиническая часть исследования проводилась на базе кафедры акушерства и гинекологии № 1 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет ИМ. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Лабораторные исследования проводились на базе клиничко-диагностической лаборатории БУЗ ВО «Воронежская областная клиническая больница № 1». Патоморфологические исследования осуществлялись в отделении морфологических анализов ГУЗ «Воронежское областное патологоанатомическое бюро. Проведенное исследование иницировалось держателем регистрационного удостоверения препарата Деринат® (ООО «Фарм-Пак», Россия) и соответствовало структуре пострегистрационного исследования эффективности по однородности выборок групп, возрасту, пациентам, полу, частоте заболеланий за период исследования, фоновой патологии.

В исследование было включено 60 пациенток в возрасте от 20 до 41 года, что соответствовало критериям активного репродуктивного возраста с установленным диагнозом: привычное невынашивание беременности, хронический эндометрит.

К критериям исключения пациенток из исследования относилось: индивидуальная непереносимость применяемой терапии; наличие заболеланий, требующих назначения антибактериальной, противовирусной и иммуномодулирующей терапии и/или хронических заболеланий мочеполовой системы; участие в каких — либо клинических исследованиях в течение предыдущего месяца и/или отказ пациента принимать участие в исследовании. Все больные, включенные в исследование, получали лечение в условиях гинекологических отделений (№ 1, № 2 и № 4) Перинатального центра «Воронежская областная клиническая больница № 1».

На протяжении исследования проводилось 9 визитов пациенток (таблица 1). Период наблюдения составил 6 месяцев. Исследовательские группы представлены следующим образом: группа 1 (основная) — 30 пациенток с привычным невынашиванием беременности и хроническим эндометритом в возрасте от 21 до 41 года, которым проводилось стандартное антибактериальное лечение в комплексе с применением препарат Деринат® раствор для внутримышечного введения 15 мг\мл (флакон), производитель ООО «ФЗ Иммунолекс», Россия) по 5 мл (75 мг) 1 раз в сутки через 48 часов в течение 10 дней, 10 инъекций на курс; группа 2 (контрольная) — 30 пациенток с привычным невынашиванием беременности и хроническим эндометритом в возрасте от 21 до 41 года,

Таблица 1. Алгоритм проведения врачебных визитов в исследовании.

Этап исследования	Срок исследования	Описание алгоритма действий
1-й визит	1-й месяц наблюдения	скрининг, на котором перед включением пациентов в исследование (0-й день) проводится обследование: изучение анамнеза (наличие хронического эндометрита в анамнезе, аборт); внутриматочные инвазивные манипуляции (выскабливание полости матки, введение или извлечение ВМК); бесплодие; привычное невынашивание, длительность заболевания, сведений о сопутствующих заболеваниях и сопутствующей терапии), оценка общих показателей (ЧСС, АД, температура тела), бимануальное исследование
2-й визит		УЗИ органов малого таза на 5–7 дни менструального цикла
3-й визит		На 9–10 менструального цикла биопсия эндометрия (вакуум-аспирация эндометрия мануальным вакуум-аспиратором Pentcraft) с последующим микробиологическим (Фемофлор) и иммуногистохимическим (синдекан-1) анализом состава полости матки, кофокусный анализ экспрессии TLR9
4-й визит		УЗИ органов малого таза на 22–24 день менструального цикла
5-й визит	2-й месяц наблюдения	применение терапии согласно группе больных с 1-го дня менструального цикла
6-й визит	3-й месяц наблюдения	УЗИ органов малого таза на 5–7 день менструального цикла
7-й визит		На 9–10 менструального цикла биопсия эндометрия (вакуум-аспирация эндометрия мануальным вакуум-аспиратором Pentcraft) с последующим микробиологическим (Фемофлор) и иммуногистохимическим (синдекан-1) анализом состава полости матки, кофокусный анализ экспрессии TLR9
8-й визит		УЗИ органов малого таза на 22–24 день менструального цикла
9-й визит	4–6й месяцы наблюдения	контрольный визит на фоне беременности (на 150±30й день исследования)

которым проводилось стандартное антибактериальное лечение без комплексного применения иммуномодулирующей терапии. Антибактериальные препараты применяются согласно результатам бактериологического исследования по утвержденным схемам лечения

ЗППП (КП утвержденных Экспертной комиссией, протокол № 10 от 4 июля 2014 года).

Морфологические методы исследования включали в себя: биопсия эндометрия вакуум — аспирация эндометрия мануальным вакуум аспиратором Pentcraft); исследование биоценоза урогенитального тракта у женщин репродуктивного возраста методом ПЦР с детекцией результатов в режиме реального времени (Фемофлор); иммуногистохимический анализ (синдекан-1) биопсийного материала полости матки; кофокусный иммуногистохимический анализ экспрессии TLR9 с помощью моноклональных антител; кофокусный иммуногистохимический анализ M1 или M2 фенотипа резидентных макрофагов с помощью моноклональных антител; кофокусный иммуногистохимический анализ PD1 с помощью моноклональных антител.

Оценка эффективности терапии на основании: восстановления репродуктивной функции (наступление беременности, благополучное протекание беременности), прироста эндометрия по данным УЗИ. Проведение статистической обработки результатов исследования

осуществлялось с помощью пакетов программ Excel 2010, Statistica 10.0, SPSS for Windows с использованием параметрических или не- параметрических критериев (t-критерий Стьюдента, а также критерии Манна — Уитни и Вилкоксона соответственно). Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

#### Характеристика исследуемого препарата

В исследовании оценивали клиническую эффективность препарата Деринат® (раствор для внутримышечного введения 15 мг\мл, флакон) в комплексной терапии ХЭ, ассоциированным с бесплодием у женщин репродуктивного возраста. Препарат относится к фармакотерапевтической группе: иммуномодулирующие средства, регенерант, репарат. Согласно литературным данным Деринат обладает свойствами агониста толл-подобных рецепторов 9 (Toll-like receptors 9, TLR9, CB 289). Иммуномодулирующий эффект обусловлен взаимодействием действующего вещества препарата (цитозин-гуанин (CG)) с патоген-распознающими рецепторами (TLR9) на иммунокомпетентных клетках, что приводит к последующей активации целого ряда иммунных механизмов. Прежде всего, стимуляция толл-подобных рецепторов в дендритных клетках повышает их способность влиять на дифференцировку Т-хелперов, в сторону образования Т-хелперов 2-го типа (Th2). Под влиянием Th 2 происходит дифференцировка В-лимфоцитов в плазм-

Таблица 2. Сравнительная характеристика соотношения иммунокомпетентных клеток у пациенток в исследовании.

Маркеры	Группа 1 (ср. кол.-во кл./объем.плотн.)		Группа 2 (ср. кол.-во кл./объем.плотн.)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
CD68	16,8/11,1	14,9*/9,6*	16,8/10,6	16,7*/10,5*
CD163	21,7/13,6	21,4/14,1*	21,3/13,2	19,2/11,4
CD138	1,2/0,8	1,5*/0,9*	1,3/0,8	1,2*/0,8*
TLR9	3,5/2,4	1,6/1,1	2,2/1,4	1,2/0,8

Примечание: \* —  $p < 0,001$

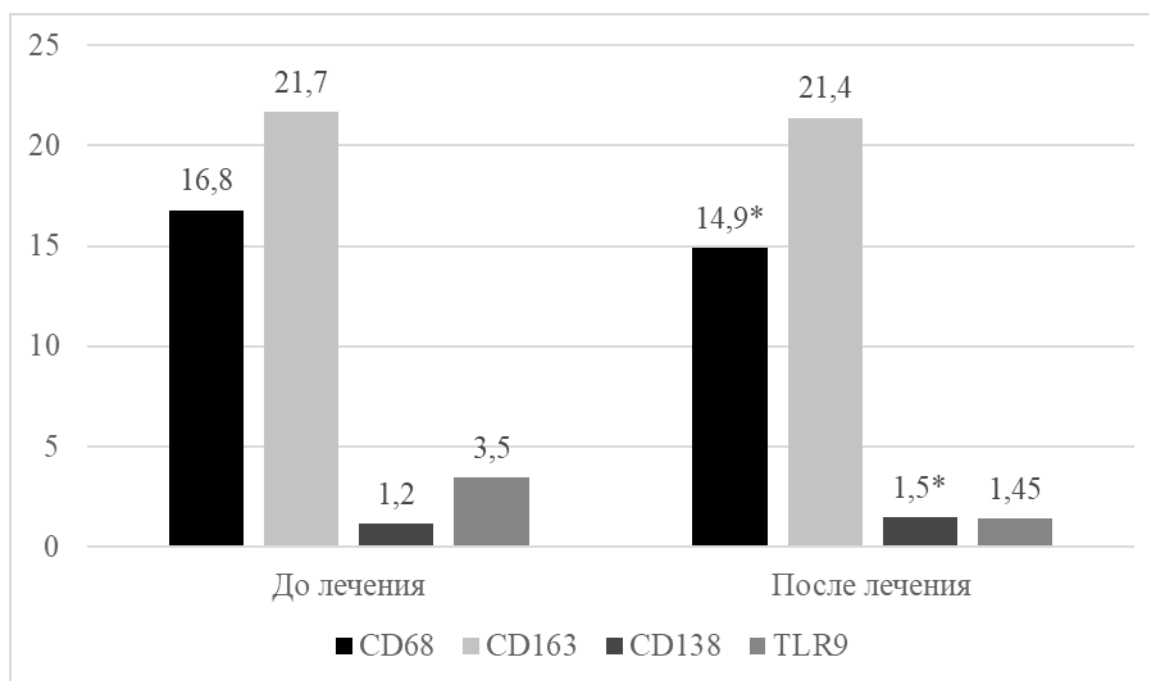


Рис. 1. Сравнительная характеристика среднего количества иммунокомпетентных клеток до и после лечения у пациенток 1 группы.

Примечание: \* —  $p < 0,001$ .

матические клетки, секретирующие IgG2, IgG4, Ig M. А стимулируемые Деринатом через TLR9 эпителиальные клетки усиливают секрецию sIgA, выполняющего как барьерную функцию, так и функцию опсонина для взаимодействия с клеточным звеном местного иммунного ответа: макрофагами и NK (17). Таким образом, стимуляция TLR9 макрофагов, а также их IFN $\gamma$ , приводит к активации трёх уровней макрофагального ответа и повышению репаративного потенциала клеточных структур.

#### Результаты собственных исследований

Имуногистохимическое исследование биопсийного материала эндометрия наглядно отражает изменение

состояния макрофагов у пациенток в исследовании как до, так и после проведенной терапии. Иммуногистохимическое исследование (таблица рисунки 2,3) проводилось всем пациенткам двух групп до и после лечения. Полученные результаты показывают большую гетерогенность.

Представленные данные на рисунках и в таблице свидетельствуют о том, что количество макрофагов CD68 после применения препарата уменьшается, но при этом макрофаги CD163 демонстрируют обратную динамику. Плазмоциты CD138, несмотря на увеличение среднего числа и объемной плотности, демонстрируют выраженную негативную динамику. Количество клеток, экспрессирующих TOLL-подобные рецепторы, снижалось.

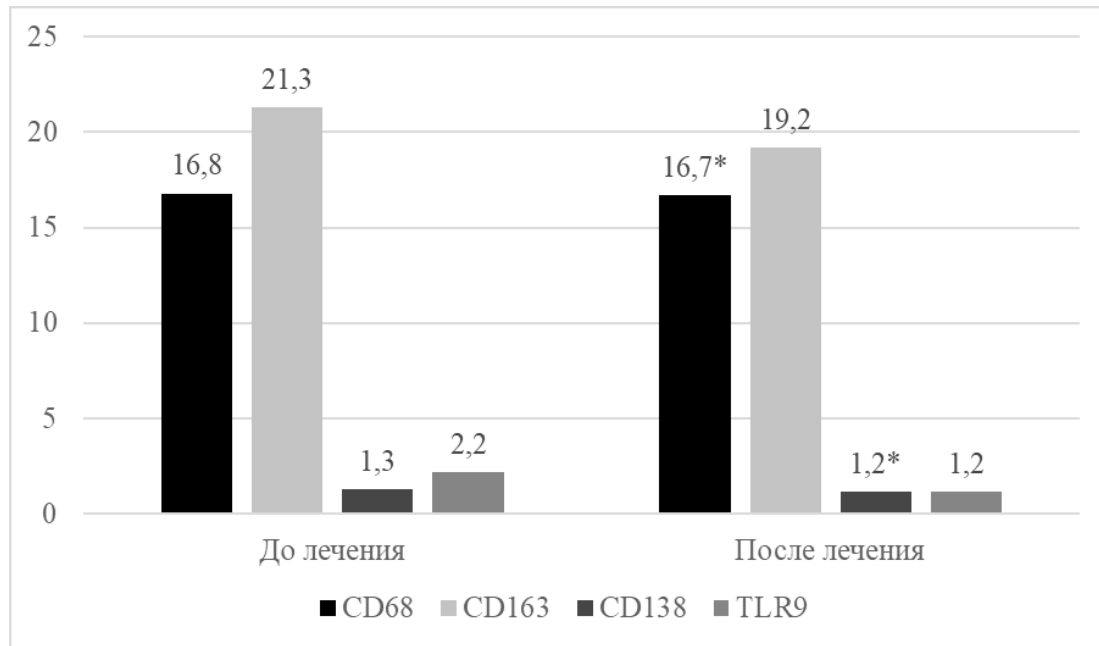


Рис. 2. Сравнительная характеристика среднего количества иммунокомпетентных клеток до и после лечения у пациентов 2 группы.  
Примечание: \* —  $p < 0,001$ .

Положительная динамика наблюдалась в 8 случаях (36%), причем средний показатель прироста числа клеток составил 27%. В оставшихся случаях (64%) число клеток снижалось в среднем на 29,4%. Положительная динамика наблюдалась в 13% случаев (59,5%), средний показатель увеличения числа клеток –39,4% в остальных случаях — динамика отрицательная.

Оценить динамику изменения количества плазмоцитов удалось не во всех случаях, потому что изначально в группе до лечения эти типы клеток отсутствовали. В 10 случаях CD138 не было обнаружено вообще. После лечения появилась экспрессия плазмоцитов. Экспрессия TLR9 после применения препарата уменьшилась в 16 случаях (73%), в остальных случаях количество клеток в среднем увеличилось на 66,5%. Отмечено, что на фоне приема препарата Деринат существенно увеличилось количество клеток, участвующих в фагоцитарной активности макрофагов и клеточной пролиферации. После лечения у всех пациенток была получена адекватная дню цикла гистологическая картина эндометрия и отсутствие воспалительных изменений.

### Обсуждение результатов

Иммунные клетки являются неотъемлемой частью патогенеза ХЭ. В работе продемонстрированы основные результаты комплексного лечения с применением препарата иммуномодулирующего действия.

Основные механизмы улучшения обусловлены следующими эффектами:

1. Предотвращение образования в эндометрии воспалительного инфильтрата, что подтверждается снижением в нем количества иммунокомпетентных клеток (CD8, CD56, CD68, CD138) и уровня провоспалительных цитокинов и факторов роста (IL-1, IL-6, IFN —  $\gamma$ , TNF, TGF, VEGF и др.);
2. Нормализация регенеративных процессов в эндометрии на фоне снижения интенсивности апоптоза клеток и склеротических изменений в ткани, о чем свидетельствует восстановление показателей Ki-67, EGF, Apo-protein, уровней MMPs и различных видов коллагена.

Важнейшим итогом комплексного лечения ХЭ является восстановление рецептивности эндометрия, что лежит в основе возможности успешной реализации репродуктивной функции в дальнейшем [20,21,22].

### Выводы

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о целесообразности включения в комплексную терапию хронического эндометрита препарата Деринат, который обеспечивает длительный положительный лечебный эффект, восстанавливает основные звенья иммунитета с увеличением количества клеток, которые участвуют в фагоцитарной активности макрофагов и клеточной пролиферации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Унанян А.Л., Сидорова И. С., Аракелов С. Э. и др. Хронический цервицит и хронический эндометрит: общие аспекты патогенеза и патогенетической терапии // Медицинский совет. — 2013. — № 4–2. — С. 88–95.
2. Казачков Е. Л. Морфофункциональная характеристика нарушений рецептивности эндометрия при хроническом эндометрите // Архив патологии. — 2014. — № 3. — С. 53–58.
3. Amui J., Check J. H., Cohen R. Successful twin pregnancy in a donor oocyte recipient despite a maximum endometrial thickness in the late proliferative phase of 4 mm // Clin. Exp. Obstet. Gynecol. — 2011. — Vol. 38(4). — P. 328–329.
4. Kasius J.C., Broekmans F.J., Sie-Go Д.М., et al. The reliability of the histological diagnosis of endometritis in asymptomatic IVF cases: a multicenter observer study // Hum. Reprod. — 2012. — Vol. 27. — P. 153–158.
5. Kasius J.C., Fatemi H. M., Bourgain C., et al. The impact of chronic endometritis on reproductive outcome // Fertil. and Steril. — 2011. — Vol. 96(6). — P. 1451–1456.
6. Kumar V. CD45 Phosphatase Inhibits STAT3 Transcription Factor Activity in Myeloid Cells and Promotes Tumor-Associated Macrophage Differentiation // Immunity. — 2016. — № 44. — P. 303–15.
7. Senturk L.M., Ere C. T. Thin endometrium in assisted reproductive technology // Curr. Opin. Obstet. Gynecol. — 2008. — Vol. 20(3). — P. 221–228.
8. Колмык В. А. Роль специфической иммуногистохимической методики в диагностике хронического эндометрита // Вестник российской военно-медицинской академии. — 2015. — Т. 1, № 49.
9. Боярский К.Ю., Гайдуков С. Н., Пальченко Н. А. Современный взгляд на проблему рецептивности и тонкого эндометрия в программах ВРТ: обзор литературы // Проблемы репродукции. — 2013. — Т. 19, № 4. — С. 51–60.
10. Reynolds K., Khoury J., Sosnowski J., et al. Comparison of the effect of tamoxifen on endometrial thickness in women with thin endometrium (<7mm) undergoing ovulation induction with clomiphene citrate // Fertil. and Steril. — 2010. — Vol. 93(6). — P. 2091–2093.
11. Волкова Е.Ю., Силантьева Е. С., Серов В. Н., и др. Влияние физиотерапии на гемодинамику матки у женщин с нарушением репродуктивной функции и «тонким» эндометрием // Российский вестник акушера-гинеколога. — 2012. — № 3. — С. 50–54.
12. Check J.H., Cohen R. Live fetus following embryo transfer in a woman with diminished egg reserve whose maximal endometrium thickness was less than 4 mm // Clin. Exp. Obstet. Gynecol. — 2011. — Vol. 38. — P. 330–332.
13. Калинина Е.А., Дюжева Е. В. Применение пероральных контрацептивов в программе экстракорпорального оплодотворения // Акуш. и гин. — 2009. — № 2. — С. 11–13.
14. Miwa I., Tamura H., Takasaki A., et al. Pathophysiologic features of 'thin' endometrium // Fertil. and Steril. — 2009. — Vol. 91(4). — P. 998–1004.
15. Takasaki A., Tamura H., Miwa I., et al. Endometrial growth and uterine blood: a pilot study for improving endometrial thickness in the patients with a thin endometrium // Fertil. And Steril. — 2010. — Vol. 93(6). — P. 1851–1858.
16. Рудакова Е.Б., Лобода О. А. Хронический эндометрит в аспекте результативности программ экстракорпорального оплодотворения // Лечащий врач. — 2012. — № 11. — С. 22–24.
17. Casper R. F. It's time to pay attention to the endometrium // Fertil. And Steril. — 2011. — Vol. 96. — P. 519–521.
18. Dix E., Check J. H. Successful pregnancies following embryo transfer despite very thin late proliferative endometrium // Clin. Exp. Obstet. Gynecol. — 2010. — Vol. 37. — P. 15–16.
19. Филатов О.Ю., Кашаева О. В., Бугримов Д. Ю., и др. Морфофизиологические принципы иммунологического действия ДНК эукариот // Российский Иммунологический журнал. — 2013. — Т. 7, № 16. — С. 4.
20. Jimenez P.T., Schon S. B., Odem R. R., et al. A retrospective crosssectional study: fresh cycle endometrial thickness is a sensitive predictor of an adequate endometrial thickness in frozen embryo transfer cycles // Reprod. BioEndocrinol. — 2013. — Vol. 10. — P. 35.
21. Петров Ю. А. Аспекты микробиологической и иммунной диагностики хронического эндометрита // Современные проблемы науки и образования. — 2016. — № 4. — С. 9.
22. Радзинский В.Е., Петров Ю. А. Патогенетические особенности макротипов хронического эндометрита // Казанский медицинский журнал. — 2017. — Т. 98, № 1. — С. 27–34.

## СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ЛЕЧЕНИИ ПАПИЛЛОМАТОЗА ГОРТАНИ

### MODERN OPPORTUNITIES AND PROSPECTS IN THE TREATMENT OF LARYNGEAL PAPILLOMATOSIS

**A. Kochneva  
V. Egorov**

*Summary.* There is the authors have considered variants of modern methods of medical and surgical treatment of laryngeal papillomatosis in the review, based on the etiology of the disease. The analysis of the effectiveness of new methods of combined treatment with the use of modern technologies, taking into account their advantages and disadvantages. The possible prospects for further study problems and develop new methods of adjuvant therapy.

*Keywords:* respiratory papillomatosis, preventive treatment, endolaryngeal microsurgery.

**Кочнева Анастасия Олеговна**

Н.с., ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им М. Ф. Владимирского  
Anastasia1112@yandex.ru

**Егоров Виктор Иванович**

Д.м.н., ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им М. Ф. Владимирского

*Аннотация.* В статье авторами рассмотрены варианты современных методов как медикаментозного, так и хирургического лечения папилломатоза гортани, основанные на этиологии заболевания. Проведен анализ эффективности новейших способов комбинированного лечения с использованием современных технологий с учетом их преимуществ и недостатков. Рассмотрены возможные перспективы для дальнейшего изучения проблемы и разработки новых методов адъювантной терапии.

*Ключевые слова:* папилломатоз гортани; противорецидивная терапия, эндоларингеальная микрохирургия.

**П**роблема папилломатоза дыхательных путей в ларингологии на протяжении многих лет привлекает пристальное внимание исследователей. Пациенты с этой патологией составляют одну из самых больших групп больных для оказания высокотехнологичной помощи.

Несмотря на то, что ведется постоянная разработка новых методов лечения папилломатоза гортани (ПГ), на протяжении длительного времени, многие вопросы, в том числе и противорецидивная терапия, остаются неразрешенными, а клиническое течение заболевания — непредсказуемым.

Ювенильный ПГ или папилломатоз детей и подростков, по данным различных авторов, выделяют у детей младше 14, 16 или 18 лет. Однако, за рубежом было предложено разделение ПГ не на ювенильный и ПГ взрослых, а на «агрессивный» и «не агрессивный». ПГ считается агрессивным у пациентов, которым было выполнено 10 и более операций по удалению папиллом или более 3 операций за год или при распространении процесса на подголосовой отдел гортани [1,2,3].

Эпидемиологические данные о распространенности ПГ в Российской Федерации отсутствуют. При этом данная информация представляет научный интерес и имеет

практическое значение в связи с наблюдающимся в последнее время ростом заболеваемости ПГ как у детей, так и у взрослых.

Ретроспективный анализ заболевания проведенный с 2005 по 2014 г. по всем округам Московской области, показал, что распространенность ПГ у детей в Московской области составила 2,3 — на 100 000 детей и 1,95 — на 100 000 взрослых.

В настоящее время главная роль в этиопатогенезе ПГ отводится вирусу папилломы человека 6 и 11 типов. Установлено, что вирус может длительно находиться в латентной форме, поэтому одного присутствия вируса недостаточно для развития процесса. Реактивации ВПЧ может способствовать иммунодепрессивное состояние больного, травма (например, трахеостомия) и другие причины, такие как: хроническое раздражение различными вредными агентами, снижающее защитные реакции слизистой оболочки, аллергические реакции, инфекционные заболевания, дисбаланс нейрогуморальной, эндокринной системы организма, приводящие к местным нарушениям трофики слизистой оболочки и сдвигам в гомеостазе, нарушение обмена кальция, магния, цинка и др [1,11,29].

Установлено, что папилломатоз гортани протекает на фоне выраженных изменений со стороны иммунной

системы. Имеются данные о том, что при ПГ значительно снижена способность лимфоцитов к продукции альфа- и гамма-ИФН при воздействии индукторов. У ряда больных эндогенный ИФН в крови не определяется вовсе, что указывает на глубокую депрессию системы интерферона. [1,3].

Кроме того, отечественными и иностранными учеными было установлено, что у больных ПГ имеет место нарушение функциональной активности Т-лимфоцитов, отмечено выраженное снижение количества Т-киллеров и естественных киллеров, которые соответственно являются основными эффекторами специфического и неспецифического звеньев противовирусной защиты [1, 25].

ПГ характеризуется рецидивирующим течением и бурным ростом, что обусловило многогранность лечебной тактики. В настоящее время известно более 50 различных методов лечения РП, однако до сих пор не найдено радикального этиопатогенетического средства [18,22].

Основным методом лечения ПГ до настоящего времени остается хирургический. Первым и долгое время единственным способом лечения больных ПГ была трахеостомия. Однако, 1891 г С. С. Элиасберг высказал предположение, что папилломы гортани появляются в результате постоянного ее раздражения, и предложил трахеостомию «как средство покоя органа». Однако многочисленные исследования показали, что сама трахеостома является провоцирующим фактором роста новых папиллом. [1, 20].

Что касается криохирургии, гальванокаустики, электрокоагуляции, ультразвуковой дезинтеграции, то эти методы признаны нецелесообразными для лечения при ПГ в связи с высокой частотой рецидивов и осложнений, а также в связи с тем, что в некротической ткани после такого лечения обнаруживается ДНК ВПЧ [1, 15].

В настоящее время основным методом хирургического лечения папилломатоза гортани является эндоларингеальная микрохирургия с удалением папиллом. Этот способ возможно применить в любом возрасте, при любой степени обструкции голосовой щели, и он позволяет тщательно удалять все видимые папилломы из любого отдела гортани. [8, 9].

В клинике ЛОР-болезней МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского внедрен в клиническую практику и применен метод деструкции папиллом гортани с использованием излучения YAG — гольмиевого лазера (длина волны 2,09 мкм). Отмечено более быстрое заживление послеоперационной раневой поверхности по сравнению с таковым

после использования излучения СО<sub>2</sub>-лазера (3–4 сут вместо 5–8), лучший анатомический и гемостатический эффект, а увеличение длительности межрецидивного периода в 45,8% случаев. В зарубежной литературе описаны аналогичные результаты использования излучения данных видов лазера у больных ПГ [1,27, 28].

Для удаления папилломатозных разрастаний также применяют микродебридер с электроотсосом. Он позволяет оперировать прецизионно, быстро удалять папилломатозные разрастания больших размеров, что существенно сокращает продолжительность операции, не вызывая термического поражения здоровых тканей. Также отмечены меньший риск рубцевания, более низкая стоимость, лучшее качество голоса после операции [2].

Еще одним методом хирургического лечения ПГ является применение холодной плазмы — коблации. Данный метод впервые в общей врачебной практике применен в 1995 году и получил название «коблация» (coblation: «холодное разрушение»). Воздействие производится плазмой, с температурой 50–60 °С, которая разрушает ткань, как бы испаряя её. Малая толщина плазменного слоя дает возможность точно дозировать воздействие и тщательно рассчитывать объем рассекаемой или удаляемой ткани, т.е. вмешательство происходит без термического повреждения окружающих тканей. Метод коблации дает хирургу возможность рассекать и коагулировать одновременно, обеспечивая работу в сухом операционном поле [23,24,26].

Несмотря на совершенствование методов хирургического лечения респираторного папилломатоза, их применение в изолированном виде в большинстве случаев не приводит к стойкой ремиссии опухоли и требует множественных оперативных вмешательств, у многих пациентов исчисляемых десятками, а иногда — и сотнями. Хирургия является, по существу, паллиативным методом, позволяющим устранить лишь стеноз гортани, но не предотвращающим рецидив опухоли. В связи с этим большинству больных с целью предотвращения дальнейшего роста папиллом назначают различные препараты для противорецидивной терапии, т.е. пациенты получают комбинированное (хирургическое и терапевтическое) лечение. [12].

Одним из патогенетически оправданным методом адьювантной медикаментозной терапии является применение интерферонов (ИФН) и их рекомбинантных форм и индукторов. [1, 3].

Как было сказано выше, при папилломатозе гортани наблюдается выраженное уменьшение уровня эндогенных ИФН, а так же снижение способности лимфоцитов



к продукции альфа- и гамма-ИНФ при воздействии индукторов [1]. В проведенных исследованиях отечественными учеными была показана эффективность интерферонотерапии у детей в качестве противорецидивного лечения в 70–75% случаев [3]. Однако, на фоне лечения системными препаратами ИНФ развивается ряд осложнений. Даже после первых инъекции возможно появление общего гриппоподобный синдрома и пирогенной реакции. Кроме того, в ответ на введение инъекционных форм рекомбинантных ИНФ у больных вырабатываются нейтрализующие антитела (НАТ), относящиеся к классу IgG, которые обладают способностью нейтрализовать противовирусную и антипролиферативную активность ИНФ [16].

Выраженный дефицит эндогенного ИНФ, выявляемый у больных ПГ, высокая частота побочных эффектов при использовании рекомбинантных ИНФ, высокая стоимость лечения этими препаратами позволяют рекомендовать для терапии ПГ индукторы эндогенного интерферона (циклоферон). При динамическом исследовании ИНФ-статуса больных, страдающих ПГ, перед началом, во время и после окончания терапии индуктором интерферона отмечено увеличение показателей ИНФ-статуса от 2 до 8 раз по отношению к исходному уровню; в том числе у 93,3% больных происходило увеличение продукции лейкоцитами периферической крови  $\alpha$ -ИНФ и у 91,1% —  $\gamma$ -ИНФ [1,3,9].

К рекомбинантным иммуномодулирующим препаратам, созданным на основе цитокинов относится гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор — ГМ-КСФ (Лейкомакс), который широко применяется в последние годы в онкологии. Применение ГМ-КСФ у детей, больных ПГ, приводило к увеличению содержания лейкоцитов, сегментоядерных нейтрофилов и их функциональной активности, появлению тенденции к увеличению Т-лимфоцитов и их субпопуляций, стимулированию антителообразования к антигенам, секретируемым стафилококками. Удлинение ремиссий в 2 раза отмечено у 24,2% пациентов [1].

В течение последнего десятилетия за рубежом появились исследования о применении в лечении ПГ противовирусных препаратов. Цидофовир — аналог нуклеозида монофосфата, действует путем ингибирования вирусной ДНК-полимеразы и эффективен в отношении вируса СПИДа [13]. Имеются данные о внутриопухолевом введении лечебных препаратов при респираторном папилломатозе. Авторы отмечают, что интратуморальные инъекции цидофовира, по-видимому, снижают тяжесть заболевания папилломатозом дыхательных путей, но некоторые агрессивные папилломатозные заболевания остаются резистентными [4,13].

Уже доказана роль таких гормонов, как эстроген в развитии неопластических процессов в эстроген чувствительных органах, к которым относится и гортань. Возможность влиять на синтез метаболитов эстрадиола может стать эффективным способом в лечении папилломатоза дыхательных путей, который является эстроген-зависимой опухолью.

Для нормализации метаболизма эстрадиола и подавления синтеза онкобелков E7 ВПЧ используют препараты индинол –3- карбинола (ИЗК), который, кроме того, индуцирует избирательный апоптоз клеток, инфицированных ВПЧ. Начиная с конца 1990х годов ИЗК используется для адьювантной терапии респираторного папилломатоза. [7,12]. В исследованиях, показано, положительный эффект отмечается у большинства больных. Учитывая достаточно высокую эффективность и хорошую переносимость терапии, можно рекомендовать использование препарата индинол в качестве стартовой методики адьювантного лечения респираторного папилломатоза [7,10].

С недавних пор внимание исследователей привлекает противоопухолевый препарат бевацизумаб, который представляет собой моноклональные IgG иммуноглобулины к рецептору VEGF. Блок данных рецепторов приводит к резкому замедлению ангиогенеза, что приостанавливает рост опухоли и нередко приводит к циторедуктивному эффекту. Применение бевацизумаба (авастина) в сочетании с КТФ — лазером показало в ряде исследований эффективность и полное отсутствие побочных эффектов у детей и взрослых в суммарных дозировках от 5 до 88 мг на одну процедуру в виде инъекций в пораженные участки раз в 4–6 недель. Наблюдались уменьшение тяжести поражения по шкале DerKay в среднем на 58% и увеличение межрецидивных периодов в 1,6–3,25 раз. Имеется предположение, что авастин оказывает аналогичный эффект в виде монотерапии. Необходимо также серьезная оценка отдаленных результатов методики [5, 17].

Эпителиальные клетки папилломы отличаются от нормальных плоских эпителиоцитов повышенным количеством рецепторов EGFR (эпителиального фактора роста), которые, запускают фосфатидил-3-инозитол-киназы, приводящий к трансляции большого количества циклооксигеназы –2, в свою очередь синтезирующей простагландины, в т.ч. PG E2. Последний способен по механизму положительной обратной связи активировать EGFR. Описанный порочный круг, вероятно, является одним из механизмов роста папиллом. Было сделано предположение, что разорвать его можно с помощью ингибиторов ЦОГ-2, например, целекоксиба. Было проведено пилотное исследование на трех пациентах с использованием целекоксиба. Прием препарата в течение

12 мес привел к ремиссии с полным отсутствием необходимости в хирургических вмешательствах. Описан также клинический случай стойкой ремиссии заболевания при использовании комбинации «целекоксиб — эрлотиниб (ингибитор киназы рецептора EGFR)».

Большие надежды возлагаются на вакцинацию. Известно, что в определенных клеточных системах гены ВПЧ, кодирующие структурные белки вириона L1 и L2, способны осуществлять не только синтез соответствующих белков, но и формирование так называемых вирусоподобных частиц (VLP-viruslikeparticles). Эти частицы, не содержащие в своем составе ДНК вируса, обладают очень выраженной иммуногенной активностью [19]. ПГ — заболевание со сложным этиопатогенезом, требующее комплексных подходов в диагностике и лечении, а также разработки методов профилактики с учетом данных по этиологии и эпидемиологии.

### Материалы и методы нашего исследования

В ЛОР-клинике ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского с 2014 г проходит научное исследование эффективности применения эндоларингеального микрохирургического удаления папиллом с применением холодной плазмы и последующим проведением местной противовирусной терапии рекомбинантного интерферона альфа-2 в лечении больных ПГ при комбинированном лечении. В открытое, рандомизированное, контролируемое исследование включено 50 больных (мужчин и женщин) в возрасте от 18 до 65 лет с гистологически подтвержденным ПГ. В 1ой группе — 25 пациентов, которые получают терапию рекомбинантным интерфероном альфа-2b в комплексе с эндоларингеальной микрохирургией с применением холодной плазмы. Интраоперационно, после удаления папиллом с помощью аппарата CoblatorII, затем в течение 7 дней проводятся ингаляции лекарственным препаратом. Контрольная группа — пациенты оперируются так же методом эндоларингеальной микрохирургии, без назначения медикаментозной терапии. Период наблюдения — время пребывания больных в стационаре и в последующем амбулаторно в течение 2х лет. Результаты лечения оценивались путем сравнения данных полученных до и после лечения: жалоб, физикальных методов исследования, видеофибrolарингоскопии и сравнительной характеристики качества жизни пациентов (с помощью стандартизованного, специализированного тест — опросника VHI — Voice Handicap Index), по изменению количества и тяжести рецидивов, длительности ремиссий. Тест-опросник «индекс качества голоса» Voice Handicap Index (VHI) на русском языке состоит из 30 вопросов (по 10 вопросов в 3 областях, где оценивается отдельно эмоциональный, физический и функ-

циональный статус пациента). Заполнение опросника пациентами производилось до и после лечения. Каждый вопрос оценивался по шкале Лайкерта, начиная от 0 до 4 баллов (0 — никогда, 1 — редко, 2 — иногда, 3 — часто, 4 — постоянно). Рассчитывался суммарный индекс VHI, а также нарушения эмоционального (E-VHI), физического (P-VHI) и функционального (F-VHI) статуса отдельно. Суммарный индекс VHI в пределах 0–30 баллов оценивался как минимальные нарушения голосовой функции, 31–60 баллов — нарушения средней степени, 60–120 — существенные нарушения. Анализ динамики клинического и функционального состояния гортани проводили через 1, 3, 6 мес и 1 и 2 года после лечения.

### Результаты

В ходе хирургического лечения пациентам обеих групп под контролем микроскопа были тщательно удалены образования гортани. Все хирургические вмешательства выполняли стандартно, при этом отмечалась низкая кровоточивость во время операции и короткий срок восстановительного периода. Каких-либо отличий и особенностей в самой операции между группами больных не было. Ни у одного больного не наблюдалось послеоперационных осложнений, в том числе кровотечений ни при первичных, ни при повторных операциях. После операции у всех больных исчезли жалобы на кашель и одышку. Что касается восстановления голосовой функции, то ее улучшение отмечено у больных с отсутствием в анамнезе многократных хирургических вмешательств, не имеющих рубцовых процессов в области голосового отдела гортани. Ингаляционное введение рекомбинантного интерферона альфа-2b хорошо переносится, не вызывает аллергических реакций, не оказывает гепато-нефротоксического действия и токсического действия на кроветворные органы. Средний срок периода ремиссии в контрольной группе составлял примерно  $3,5 \pm 0,5$  мес (у 60% пациентов в этот срок был выявлен рецидив заболевания), в основной — примерно  $9 \pm 1$  мес. При сравнительной характеристике качества жизни пациентов (с помощью стандартизованного, специализированного тест — опросника VHI — Voice Handicap Index) были получены следующие результаты: в первые 3 месяца оценка качества жизни больных в основной и контрольной группе и была сопоставима. У всех пациентов в ходе восстановительного периода отмечалось улучшение качества голоса, уменьшение охриплости и исчезновение одышки. Однако, у некоторых больных из контрольной группы уже через 3–6 месяцев после хирургического лечения показатели тест опросника VHI ухудшились связи с рецидивами заболевания. У пациентов же из основной группы отмечалось стойкое улучшение качества жизни на протяжении года и более.

## Обсуждение

Полученные результаты показали большую эффективность лечения у основной группы больных. Таким образом, проведенное исследование выявило, что комбинированное лечение, включающее хирургический этап с использованием холодноплазменной хирургии и противорецидивное лечение с применением рекомбинантного интерферона альфа-2b позволяет сократить количество повторных хирургических вмешательств, увеличить межрецидивный период. Исходя из этого, предложенная схема комплексного лечения может быть рекомендована к широкому применению в клинической

практике для лечения больных старше 18 лет рецидивирующим респираторным папилломатозом, при этом лучший результат предполагается у пациентов, перенесших меньшее количество хирургических вмешательств в анамнезе.

Таким образом, ВПЧ-инфекция затрагивает многие компоненты иммунитета на системном и локальном уровнях. При этом может наблюдаться пролиферация, хемотаксис, активация и изменение соотношения иммунокомпетентных клеток различных популяций, а также перестройка интенсивности продукции специфических иммуноглобулинов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ашуров З.М., Зенгер В. Г. Респираторный папилломатоз у детей. М.: Медиа-сфера, 2004.
2. Мирошниченко А.П., Слюсарев Е. И., Ларин А. В., Щучкина Е. А., Клипаева С. В., Петрова Л. В. Опыт использования шейверных систем в хирургическом лечении папилломатоза гортани. Научно-практическая конференция «Современные технологии в педиатрической практике»; Самара 2015.
3. Сидоренко С. И. Препараты интерферона и его индукторы в комплексной терапии ювенильного респираторного папилломатоза Автореф. дис.к.м.н. Москва; 2001.
4. Akst L.M., Lee W., Discolo C. Stepped-dose protocol of cidofovir therapy in recurrent respiratory papillomatosis in children. Archives of Otolaryngology — Head Neck Surgery. 2003; 129 (8): 841–846.
5. Avelino M. A., Zaiden T. C., Gomes R. O. Surgical treatment and adjuvant therapies of recurrent respiratory papillomatosis. Brazilian Journal Otorhinolaryngology. 2013; 79(5): 636–642
6. Brian J. Wiatrak, Deborah W. Wiatrak, Thomas R. Broker, Linda Lewis. Recurrent Respiratory Papillomatosis: A Longitudinal Study Comparing Severity Associated With Human Papilloma Viral Types 6 and 11 and Other Risk Factors in a Large Pediatric Population Journal The Laryngoscope. 2004; 114(104): 1–23
7. Clark A. Rosen, Paul C. Bryson. Indole-3 Carbinol for recurrent respiratory papillomatosis: long-term results. Journal of Voice 2004; 18 (2): 248–253
8. Derkay C. S., Wiatrak B. Recurrent respiratory papillomatosis: a review. Laryngoscope. 2008; 118: 1236–1247.
9. Dyrstad S.W., Rao K. A. Recurrent Respiratory Papillomatosis (RRP)— Juvenile Onset. Clinical Medicine: Oncology. 2008;2: 481–486
10. David A. Coll, Clark A. Rosen, Karen Auburn, William P. Potsic, H. Leon Bradlow. Treatment of recurrent respiratory papillomatosis with indole-3-carbinol. American Journal of Otolaryngology. 1997; 18 (4): 283–285
11. Gomez M.A., Drut R., Lojo M. M., Drut R. M. Detection of human papillomavirus in juvenile laryngeal papillomatosis using polymerase chain reaction. Annals of Dermatology. 1993; 5 (1): 1–5.
12. Gallagher T. Q., Derkay C. S. Pharmacotherapy of recurrent respiratory papillomatosis: an expert opinion. Expert Opinion on Pharmacotherapy. 2009;10: 645–655.
13. Gapany M. Cidofovir Efficacy in Recurrent Respiratory Papillomatosis: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. Yearbook of Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 2009; 75–76
14. Katsenos S., Becker H. D. Recurrent respiratory papillomatosis: a rare chronic disease, difficult to treat, with potential to lung cancer transformation: a propos of two cases and a brief literature review. Case Rep Oncol. 2011; Mar. 23; 4 (1): 162–71.
15. Kaalan Johnson, Craig Derkay. Palliative Aspects of Recurrent Respiratory Papillomatosis. Journal Otolaryngologic Clinics of North America. 2009; 42 (1): 57–70
16. Kurita T., Umeno H., Chitose S., Ueda Y., Nakashima T. Laryngeal papillomatosis: a statistical analysis of 60 cases. Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho. 2015; 118(3): 192–200.
17. Limsukon A., Susanto I., Hoo G. W., Dubinett S. M., Batra R. K. Regression of recurrent respiratory papillomatosis with celecoxib and erlotinid combination therapy. Chest. 2009; 136(3): 924–926.
18. Mudry P, Vavrina M, Mazanek P, Machalova M, Litzman J, Sterba J. Recurrent laryngeal papillomatosis: successful treatment with human papilloma virus vaccination. Archives of Disease in Childhood. 2011; 96(5): 476–477.
19. Peter Kin Cho Goon, Lars-Uwe Scholtz, Holger Sudhoff. Recurrent respiratory papillomatosis (RRP)- time for a reckoning? Journal Laryngoscope Investigative Otolaryngology 2017; 2 (4): 184–186
20. Sedlacek T. Advances in the diagnosis and treatment of human papilloma virus infections. Clinical Obstetrics Gynecology. 1996; 42(2): 206–222.
21. Somers G.R., Tabrizi S. N., Borg A. J., Garland S. M., Chow C. W. Juvenile laryngeal papillomatosis in a pediatric population: a clinicopathologic study. Pediatr. Pathol. Lab. Med. 1997; 17 (1): 53–64.
22. Sinha U.K., Gallagher L. A. Effects of Steel Scalpel, Ultrasonic Scalpel, CO2 Laser, and Monopolar and Bipolar Electrosurgery on Wound Healing in Guinea Pig Oral Mucosa. Laryngoscope. 2003; 113(2): 228–236.
23. Shu-yao Qiu Da-bo Liu. A New Technique of Coblation used in 42 Infants with Epiglottic Cyst. Journal Otolaryngology. 2013; 03

24. Temple R.H., Timms M. S. Paediatric coblation tonsillectomy. *J. Pediatr. Otorhinolaryngology*. 2001; 61(3):195–198.
25. Vincent R. Bonagura, Lynda Hatam, James DeVoti, Feifei Zeng, Bettie M. Steinberg Recurrent Respiratory Papillomatosis: Altered CD8+ T-Cell Subsets and TH1/TH2 Cytokine Imbalance. *Journal Clinical Immunology*. 1999; 93(3):302–311
26. Woloszko J., Kwende M. M., Stalder K. R. Coblation in otolaryngology. *Proc. SPIE*. 2003; 4949: 341–352.
27. Zeitels S. M., Barbu A. M., Landau-Zemer T., Lopez-Guerra G., Burns J.A, Friedman A. D., Freeman M. W., Halvorsen Y. D., Hillman R. E. Local injection of bevacizumab (Avastin) and angiolytic KTP laser treatment of recurrent respiratory papillomatosis of the vocal folds: a prospective study. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*. 2011; 10: 627–634.
28. Zeitels S. M. Office-based 532-nm pulsed KTP laser treatment of glottal papillomatosis and dysplasia. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*. 2006;115(9): 679–685. <https://doi.org/10.1177/000348940611500905>
29. Zur Hausen H., de Villiers E. M. Human papilloma viruses. *Annual Review of Microbiology*. 1994;48: 427–447.

© Кочнева Анастасия Олеговна ( Anastasia1112@yandex.ru ), Егоров Виктор Иванович.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского

## ДЕНТАЛЬНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ И КУРЕНИЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

### DENTAL IMPLANTATION AND SMOKING: CURRENT STATE OF THE PROBLEM

**N. Makarova  
N. Bulkina  
M. Mal'kova  
I. Kuryaev  
A. Podrubilin**

*Summary.* The article provides a review of literature devoted to the problem of dental implantation in tobacco-dependent individuals. The potential risks of implantation on the background of smoking, the possible mechanisms of their occurrence and correction methods are considered.

*Keywords:* dental implantation, smoking, tobacco intoxication, temporary smoking cessation.

**Макарова Надежда Игоревна**

Старший преподаватель, Пензенский  
государственный университет  
zidanzinedin@yandex.ru

**Булкина Наталия Вячеславовна**

Д.м.н., профессор, Саратовский государственный  
медицинский университет им. В. И. Разумовского  
navo@bk.ru

**Малькова Мадина Ильясовна**

Пензенский государственный университет  
appl.non@mail.ru

**Куряев Ильнур Рафикович**

Пензенский государственный университет  
ilnurelyzan@yandex.ru

**Подрубиллин Артём Вячеславович**

Пензенский государственный университет  
eminemlion@gmail.com

*Аннотация.* В статье приведен обзор литературных источников, посвященных проблеме дентальной имплантации у лиц с табачной зависимостью. Рассмотрены потенциальные риски проведения имплантации на фоне курения, возможные механизмы их возникновения и способы коррекции.

*Ключевые слова:* дентальная имплантация, курение, табачная интоксикация, временная отмена курения.

### Введение

**Н**а сегодняшний день известно, что курение является фактором риска развития и прогрессирования многих хронических заболеваний, в том числе болезней сердечно-сосудистой, дыхательной, репродуктивной и других систем организма, в том числе злокачественных новообразований [1].

По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2019 году в мире насчитывалось более 1 миллиарда курильщиков, а смертность от ассоциированных с курением заболеваний составляет более 8 миллионов человек в год [2].

Для борьбы с табакокурением и его последствиями ВОЗ была разработана рамочная конвенция, содержащая положения о повышении цен и налогов на табак, а также другие меры. Однако высокий налоговый доход от продаж табака в совокупности с большим количеством курильщиков может сдерживать активность пра-

вительств некоторых стран от участия в антитабачной кампании.

Существует большое количество научных исследований, показывающих неблагоприятное воздействие курения на состояние ротовой полости. Нарушение вкуса, сухость во рту, галитоз, образование специфических пигментированных зубных отложений являются частыми спутниками табакозависимости [3–5].

Показано, что табачный дым оказывает негативное воздействие на состояние микроциркуляторного русла в парадонте, вызывая спазм сосудов, повышение гематокрита и склонности к тромбозу. Нарушения трофики тканей сопровождаются деструкцией коллагеновых волокон, снижением минеральной плотности альвеолярной кости [6].

У курильщиков отмечается изменение качественного состава микрофлоры полости рта, что приводит к уменьшению количества микробов-комменсалов, являющихся

ся антагонистами патогенной микрофлоры и, соответственно, к активации условно-патогенных и патогенных микроорганизмов (гемолитический стрептококк, золотистый стафилококк, грибы *Candida* и др.) [7].

В условиях гипоксии снижаются защитные силы пародонтальных тканей, что, в совокупности с активацией патогенной микрофлоры, выявленной у курильщиков, создает благоприятную почву для развития заболеваний пародонта. Патология пародонта на фоне курения возникает в 2,5–6 раз чаще, чем у некурящих [8]. Прогрессирование течения пародонтита влечет за собой разрушение зубодесневого прикрепления и потерю зубов.

Протезирование дефектов зубного ряда с помощью конструкций, опирающихся на дентальные имплантаты, получило широкое распространение в последние десятилетия. Однако, с точки зрения имплантологии, табакокурение также является фактором риска.

Одно из первых исследований, выявивших связь между курением и частотой осложнений дентальной имплантации, было проведено Bain С.А. и Moy Р.К. в 1993 году [9]. В ходе исследования за шестилетний период в группе из 540 пациентов, которым были установлены дентальные имплантаты, общая частота неудач составила 5,92%, что согласовалось с другими исследованиями. После разделения пациентов на курящих и некурящих было обнаружено, что значительно больший процент неудач зарегистрирован у курильщиков (11,28%), по сравнению с группой некурящих (4,76%) ( $P < 0,001$ ). Результаты этого исследования впервые показали, что курение может снижать вероятность успешного исхода имплантологического лечения.

Bain С.А. и Moy Р.К. также обнаружили взаимосвязь между интенсивностью потребления табака и увеличением частоты отторжения имплантатов. Авторы выявили, что распространенность кости IV типа (по классификации U. Lekholm, G. Zarb (1985): кость со значительным преобладанием губчатого вещества низкой плотности) была в два раза выше среди интенсивно курящих людей по сравнению с некурящими или даже с мало курящими [10].

Анализ годовой и 5-летней выживаемости имплантатов системы «Bicon» (Bicon Inc, США) показал, что у курильщиков риск неудачи в 4,3 раза выше, чем у некурящих. При чем худшие показатели выживаемости имплантатов как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе у курильщиков отмечались при одноэтапном протоколе имплантации [11].

Другие исследования, включавшие наблюдения более чем за 1000 установленных дентальных имплантатов,

показали сходные результаты, но с меньшими различиями между группами курящих и некурящих: Deluca S. et al. (2006) — 23,1% неудач у курильщиков против 13,3% у некурящих пациентов, Arora A. et al. (2017) — 6,9% против 1,8%, Gupta A. et al. (2018) — 5,6% против 2,4%, соответственно. При этом как неудача расценивались боль, воспаление или подвижность в области имплантата [12–14]. Анализ случаев несостоятельности и осложнений при имплантации у курильщиков показывает зависимость от локализации ложа имплантата на верхней или нижней челюсти, стажа курения и его интенсивности.

Большее количество неудач имплантологического лечения, как правило, ассоциировано с имплантатами, установленными на верхней челюсти [12, 14], хотя есть сообщения о худших результатах лечения на нижней челюсти [15].

Важными критериями при оценке влияния курения на результаты дентальной имплантации являются стаж курения и количество выкуриваемых сигарет в день. Большинство исследований демонстрируют повышение уровня неудач при продолжительности курения более 10 лет и потреблении более 20 сигарет в день, по сравнению с некурящими [14–16]. Однако, при сравнении показателей успешности имплантации у курильщиков с различными стажем и интенсивностью курения между собой, результаты несколько разнятся [13, 14, 16].

В работах Shenava S. et al. (2016), Arora A. et al. (2017) отмечается большее количество неудачных исходов имплантологического лечения у пациентов, курящих более 10 лет и потребляющих более 20 сигарет в день по сравнению с теми, кто курит менее интенсивно, но найденные различия статистически не значимы [13, 17].

Cakarer S. et al. (2014), проанализировав показатели выживаемости 940 установленных имплантатов, не выявили значимого влияния курения на результаты имплантации [18].

Большой интерес представляет ретроспективное исследование Twito D., Sade P. (2014) проанализировавших результаты установки более чем 7500 дентальных имплантатов. Авторы выявили не только значительные различия между курящими и некурящими, но и различия внутри группы курящих пациентов, разделив их на множество подгрупп в зависимости от стажа, интенсивности курения и других дополнительных критериев. В частности, установлено, что при длительности курения более 10 лет риск неудачи возрастал в 1,7 раза по сравнению с пациентами с меньшим стажем курения, а потребление более 30 сигарет в день повышало риск неудачи в 1,6 раза по сравнению с менее «злостными» курильщиками. Также был учтен фактор пассивного курения в замкну-

тых помещениях, что повышало вероятность негативно-го исхода имплантации в 2,3 раза [15].

Важным показателем состоятельности дентального имплантата является стабильное состояние окружающей его костной ткани. Известно, что после нагружения дентального имплантата из-за ремоделирования окружающих тканей, а также вследствие воздействия целого комплекса эндо- и экзогенных факторов, происходит постепенная убыль костной ткани [19].

Исследования, направленные на изучение данной проблемы за последние 15 лет, показывают значимые различия убыли периимплантатной костной ткани у пациентов в зависимости от наличия или отсутствия фактора табакокурения, с более прогрессивной потерей маргинальной кости у курящих пациентов [20, 21].

В мета-анализе Clementini M. et al. (2014) на основании данных 13 исследований установлено, что среднегодовой показатель убыли костной ткани вокруг имплантатов у курильщиков на 0,164 мм выше, чем у некурящих [22].

Mumcu E. et al. (2019) отмечают значительно большую глубину зондирования и потерю периимплантатной костной ткани у курильщиков через один и три года после протезирования, при этом не было выявлено статистически значимых различий данных параметров у пациентов в зависимости от пола и локализации имплантата в различных участках верхней или нижней челюсти [23].

Среди механизмов патогенетического действия табакокурения на организацию тканей вокруг дентального имплантата указывают негативное влияние никотина на клетки костной ткани. Из-за сложностей забора биологического материала у пациентов, большинство исследований по данной тематике проводится в экспериментальных исследованиях, — *in vitro* или *in vivo*.

В исследованиях *in vitro* показано, что воздействие экстракта табачного дыма понижает распространение, пролиферацию и дифференцировку преостеобластических клеток на поверхности титана. Кроме того, вследствие адсорбции углеродсодержащих компонентов табачного дыма изменялась микроморфология поверхности титана, что, в итоге, оказывало влияние на взаимодействия между ней и остеобластами [24, 25].

Zhao X. et al. (2018) на небольшой выборке показали снижение пролиферации и дифференцировки стволовых клеток костного мозга альвеолярной кости, полученных от курящих пациентов во время операции дентальной имплантации [26].

Также необходимо отметить влияние компонентов сигаретного дыма на состояние микроциркуляции крови в тканях пародонта и имплантационного ложа, поскольку состояние локального кровоснабжения имеет определяющее значение для обеспечения высоких энергетических и пластических потребностей в зоне регенерации, а также поступления клеток крови и синтезируемых ими факторов роста, необходимых для начальных этапов процесса остеоинтеграции дентального имплантата [27].

Отечественные и зарубежные исследования демонстрируют, что воздействие никотина вызывает вазоконстрикцию, что влечет за собой снижение перфузии тканей кровью и, как следствие, ишемию [28, 29].

В развитии таких осложнений дентальной имплантации, как периимплантит, мукозит значительную роль играет инфекционное воспаление. Ухудшение гигиенического состояния полости рта, регистрируемое у курильщиков, создает для него весьма благоприятную среду [3].

Al-Zyoud W. et al. (2019) с помощью метода высокопроизводительного секвенирования нового поколения (NGS) бактериальной ДНК выявили изменения состава микробиома слюны у курящих испытуемых, по сравнению с некурящими. В частности, отмечена большая распространенность родов *Streptococcus*, *Veillonella*, *Prevotella* в образцах, полученных от табакозависимых лиц [30].

Биологические изменения среди ключевых патогенных микроорганизмов, таких как *Porphyromonas gingivalis*, вместе со сниженным иммунным ответом могут способствовать изменениям поддесневой микрофлоры у курильщиков. Также имеются сообщения о развитии дисбиоза пародонтальной микрофлоры на фоне курения как при отсутствии клинических признаков воспаления, так и после терапевтического лечения заболеваний пародонта [31, 32].

Большое значение для развития инфекционно-воспалительных осложнений имеет адгезия бактерий. Несмотря на имеющиеся данные о негативном влиянии табакокурения на состав и свойства микробной биопленки, до настоящего момента нет единого мнения о его значимости. Однако, по-прежнему, гладкость поверхности супраконструкции, своевременная и качественная ее очистка являются ключевыми факторами долговременной службы дентальных имплантатов [33, 34].

Наиболее предпочтительным способом снижения и устранения обусловленных курением рисков для здоровья и, в том числе, для дентальной имплантации, без-

условно, является полный отказ от вредной привычки. Однако зачастую курильщики не имеют достаточной мотивации для столь решительного шага. В качестве компромиссных мер были предложены протоколы временной отмены курения.

Bain C. (1996) указывает на значительное снижение доли неудач при дентальной имплантации у пациентов, придерживающихся протокола, который предполагал отказ от курения на 1 неделю до операции и 8 недель после нее [35].

Peleg M. et al. (2006) сообщает об успешных результатах дентальной имплантации на верхней челюсти, проведенной одномоментно с открытым синуслифтингом у курильщиков при применении оптимизированного протокола отмены. Данный протокол включал постепенное снижение потребления сигарет на 2–5 штук в день за неделю до операции, с последующей полной отменой курения на 1 день до и неделю после вмешательства. Предполагается, что более «мягкие» меры повышают вероятность того, что они будут соблюдены пациентами [36].

Таким образом, за последние десятилетия накоплено большое количество исследований о влиянии курения на исход дентальной имплантации. Безусловно, при ана-

лизе результатов имплантации у курящих пациентов необходимо принимать во внимание возможное наличие других общих и локальных факторов риска, способных оказывать влияние на успешность лечения. Поскольку клинические исследования не позволяют рассматривать изолированно влияние фактора табакокурения на организацию периимплантатных тканей и имеют существенные этические ограничения, исследования *in vitro* и *in vivo* не теряют актуальности. Использование современных лабораторных и инструментальных методов открывают огромные возможности для раскрытия патогенетических механизмов воздействия курения на заживление тканей в области дентального имплантата и разработке способов оптимизации репаративных процессов.

Практические рекомендации при планировании имплантации у курильщиков включают тщательный опрос и обследование пациентов с целью выявления длительности и интенсивности курения, наличия сопутствующей патологии и уровня гигиенических навыков. Необходимо информировать пациентов о возможных рисках для дентальной имплантации, сопряженных с курением, и тем самым создавать мотивацию для отказа от этой привычки. В качестве альтернативной меры может быть предложена временная отмена курения в периоперационном периоде и/или снижение потребления сигарет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оболонкова, Н. И. Влияние курения на состояние здоровья и развитие онкологических заболеваний человека / Н. И. Оболонкова, Ю. А. Гордиенко // Сб. матер. 16-й Международной научно-практической конференции «Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт». — Белгород, 2018. — С. 245–250.
2. World Health Organization. Geneva. WHO report on the global tobacco epidemic 2019: offer help to quit tobacco use. — 2019.
3. Чжан Лэй. Влияние фактора курения на гигиенические и клинические показатели стоматологического здоровья / Чжан Лэй, В. М. Гринин, В. Н. Царев // Dental Forum. — 2012. — № 4. — С. 45–46.
4. Mammadov, Yu. F. The importance of smoking in the genesis of diseases of the organs and tissues of the oral cavity / Yu. F. Mammadov, D. A. Safarov, A. V. Orujov, E. R. Alieva // Theoretical & Applied Science. — 2019. — № 3 (71). — С. 379–384.
5. Кубанов, И. М. Влияние курения на состояние тканей полости рта. Распространенность курения среди студентов СГМУ / И. М. Кубанов, А. А. Курбанов, К. Б. Хапчаев // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2018. — Т. 8, № 3. — С. 124–125.
6. Ибрагим, Р. Х. Влияние курения табака на состояние микроциркуляции крови в десне / Р. Х. Ибрагим, В. И. Козлов, О. А. Гурова // Лазерная медицина. — 2017. — Т. 21, № 3. — С. 40–43.
7. Кушубеков, Д. К. Сравнительная характеристика нормальной микрофлоры полости рта у курящих и некурящих студентов / Д. К. Кушубеков // Вестник КГМА им. И. К. Ахунбаева. — 2016. — № 6. — С. 60–63.
8. Мхитарян, А. К. Влияние курения на состояние пародонта / Мхитарян А. К., Тихонова Н. Н., Хадарцева И. В. // Вестник молодого ученого. — 2012. — № 2. — С. 12–13.
9. Bain, C. A. The association between the failure of dental implants and cigarette smoking / C. A. Bain, P. K. Moy // Int J Oral Maxillofac Implants. — 1993. — Vol. 8. — P. 609–15.
10. Bain, C. A. The influence of smoking on bone quality and implant failure / C. A. Bain, P. K. Moy // Int J Oral Maxillofac Implants. — 1994. — Vol. 9. — P. 123.
11. Vehemente, V. A. Risk factors affecting dental implant survival / V. A. Vehemente, S. K. Chuang, S. Daher, A. Muftu, T. B. Dodson // J Oral Implantol. — 2002. — Vol. 28. — P. 74–81.
12. Deluca, S. The effect of smoking on osseointegrated dental implants. Part I: Implant survival / S. Deluca, E. Habsha, G. A. Zarb // The International Journal of Prosthodontics. — 2006. — Vol. 19. — P. 491–498.
13. Arora, A. Comparative evaluation of effect of smoking on survival of dental implant / A. Arora, M. M. Reddy, S. Mhatre, A. Bajaj, P. V. Gopinath, P. Arvind // J Int Oral Health. — 2017. — Vol. 9. — P. 24–7.



14. Gupta, A. Nicotine, the Predictor of Success or Failure of Dental Implants: A Retrospective Study / A. Gupta, S. Rathee, T. Suman, M. Ahire, S. Madhav, M. S. Chauhan // *Contemp Clin Dent*. — 2018. — Vol. 9(4). — P. 597–600.
15. Twito, D. The effect of cigarette smoking habits on the outcome of dental implant treatment / D. Twito, P. Sade // *PeerJ*. — 2014. — Vol. 2. — P. 546.
16. Naseri, R. Levels of smoking and dental implants failure: A systematic review and meta-analysis / R. Naseri, J. Yaghini, A. Feizi // *J Clin Periodontol*. — 2020. — Vol. 47 (4). — P. 518–528.
17. Shenava, S. Co-relation between smoking and bone healing around dental implants: A clinical study / S. Shenava, P. Singh, C. Sharath Babu, et al. // *J Int Oral Health*. — 2016. — Vol. 8. — P. 1–3.
18. Cakarer, S. Investigation of the risk factors associated with the survival rate of dental implants / Cakarer S., Selvi F., Can T., Kirli I., et al. // *Implant Dent*. — 2014. — Vol. 23(3). — P. 328–33.
19. Palacios-Garzón, N. Bone Loss in Implants Placed at Subcrestal and Crestal Level: A Systematic Review and Meta-Analysis / Palacios-Garzón N., Velasco-Ortega E., López-López J. // *Materials (Basel)*. — 2019. — Vol. 12(1). — P. 154.
20. Chrcanovic, B. R. Smoking and dental implants: A systematic review and meta-analysis / B. R. Chrcanovic, T. Albrektsson, A. Wennerberg // *Journal of Dentistry*. — 2015. — Vol. 43(5). — P. 487–98.
21. Keenan, J. R. The impact of smoking on failure rates, postoperative infection and marginal bone loss of dental implants / J. R. Keenan, A. Veitz-Keenan // *Evidence-Based Dentistry*. — 2016. — Vol. 17(1). — P. 4–5.
22. Clementini, M. Systemic risk factors for peri-implant bone loss: a systematic review and meta-analysis / M. Clementini, P.H.O. Rossetti, D. Penarrocha, C. Micarelli, W. C. Bonachela, L. Canullo // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. — 2014. — Vol. 43. — P. 323–334.
23. Mumcu, E. Effect of Smoking and Locations of Dental Implants on Peri-Implant Parameters: 3-Year Follow-Up / E. Mumcu, S. Ç. Dayan // *Med Sci Monit*. — 2019. — Vol. 25. — P. 6104–6109.
24. Liang, D. Effects of nicotine on the metabolism and gene expression profile of Sprague-Dawley rat primary osteoblasts / D. Liang, K. Wang, Z. Tang, R. Liu, F. Zeng, M. Q. Cheng, Wu H. Lian // *Molecular Medicine Reports*. — 2018. — Vol. 17(6). — P. 8269–8281.
25. Yang, J. Cigarette Smoke Extract Exposure: Effects on the Interactions between Titanium Surface and Osteoblasts / J. Yang, S. Y. Shao, W. Q. Chen, C. Chen, S. M. Zhang, J. Qiu // *Biomed Res Int*. — 2019. — 2019:8759568.
26. Zhao, X. The Effect of Smoking Behavior on Alveolar Bone Marrow Mesenchymal Stem Cells of Clinical Implant Patient / X. Zhao, B. Zhu, Y. Duan, X. Wang, D. Li // *Biomed Res Int*. — 2018. — 2018:7672695.
27. Иванов, П. В. Современные представления об остеоинтеграции дентальных имплантатов / П. В. Иванов, Н. И. Макарова, Н. В. Булкина, Л. А. Зюлькина // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. — 2018. — № 4. — С. 205–217.
28. Самородская, И. В. «Парадокс» факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Фокус на курение / И. В. Самородская, Е. Д. Баздырев, О. Л. Барбараш // *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. — 2019. — Т. 8, № 1. — С. 90–99.
29. Casado, P. L. Smoking as a Risk Factor for the Development of Periimplant Diseases / P. L. Casado, T. Aguiar, M. P. Fernandes Pinheiro, A. Machado, A. da Rosa Pinheiro // *Implant Dent*. — 2019. — Vol. 28(2). — P. 120–124.
30. Al-Zyoud, W. Salivary Microbiome and Cigarette Smoking: A First of Its Kind Investigation in Jordan / W. Al-Zyoud, R. Hajjo, A. Abu-Siniyeh, S. Hajjaj // *Int J Environ Res Public Health*. — 2019. — Vol. 17(1). — pii: E256.
31. Hanioka, T. Smoking and periodontal microorganisms / T. Hanioka, M. Morita, T. Yamamoto, K. Inagaki, P. L. Wang, et al. // *Jpn Dent Sci Rev*. — 2019. — Vol. 55(1). — P. 88–94.
32. Jiang, Y. The Impact of Smoking on Subgingival Microflora: From Periodontal Health to Disease / Y. Jiang, X. Zhou, L. Cheng, M. Li // *Front Microbiol*. — 2020. — Vol. 11. — P. 66.
33. Горобец, С. М. Факторы риска развития воспалительных осложнений дентальной имплантации / С. М. Горобец, И. Г. Романенко, А. А. Джерелей, С. А. Бобкова, Д. Ю. Крючков, О. В. Горобец // *Таврический медико-биологический вестник*. — 2017. — № 2. — С. 208–214.
34. Pokrowiecki, R. Oral microbiome and peri-implant diseases: where are we now? / R. Pokrowiecki, A. Mielczarek, T. Zaręba, S. Tyski // *Ther Clin Risk Manag*. — 2017. — Vol. 13. — P. 1529–1542.
35. Bain, C. A. Smoking and implant failure — Benefits of a smoking cessation protocol / C. A. Bain // *Int J Oral Maxillofac Implants*. — 1996. — Vol. 11. — P. 756–759.
36. Peleg, M. Healing in smokers versus nonsmokers: survival rates for sinus floor augmentation with simultaneous implant placement / M. Peleg, A. K. Garg, Z. Mazor // *Int J Oral Maxillofac Implants*. — 2006. — Vol. 21(4). — P. 551–9.

© Макарова Надежда Игоревна ( zidanzinedin@yandex.ru ), Булкина Наталия Вячеславовна ( navo@bk.ru ),

Малькова Мадина Ильясовна ( appl.non@mail.ru ), Куряев Ильнур Рафикович ( ilnurelyzan@yandex.ru ),

Подрубилин Артём Вячеславович ( eminemlion@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИССЕЧЕНИЕ ЭПИТЕЛИАЛЬНО-КОПЧИКОВОГО ХОДА СОВМЕСТНО С ЭПИТЕЛИАЛЬНО-КОПЧИКОВОЙ КИСТОЙ. СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПЛАСТИКЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ДЕФЕКТА

**Маргарян Амаяк Самвелович**

Начальник хирургического отделения, филиал № 4

ФГБУ 426 ВГ МО РФ

Amayak.margaryan.1991@mail.ru

**Супельников Алексей Александрович**

К.м.н., Медицинский университет «Реавиз»

Supilnikov@reaviz.ru

## EXCISION OF EPITHELIAL–COCCYX PASSAGE TOGETHER WITH EPITHELIAL–COCCYX FIR. MODERN APPROACH TO POSTOPERATIVE DEFECT PLASTIC

**A. Margaryan**

**A. Supelnikov**

*Summary.* The aim of this study is to introduce a new approach in postoperative defect plastics, the main point of which is to reduce the number of postoperative complications, as well as relapses of such pathology as epithelial-coccyx move and coccyx cyst.

*Methods:* The main methods of achieving positive results in this study are the technique of suturing subcutaneous fat and skin, as well as refusal to install drains into the area of intervention.

*Results:* As a result of the introduction of changes in tissue plastics techniques following excision of the epithelial-coccyx move (ecm) and epithelial coccyx cyst (ecc), success achieved in such a frequent phenomenon as postoperative complications in the form of postoperative wound nagging, as well as such a frequent phenomenon as the failure of the postoperative wound and the divergence of the skin edges, and in some cases the divergence to the full depth of the wound.

*Deduction:* This work is only of a recommendation nature and does not claim the title of absolutely correct method in carrying out this operation, and in view of this, it can be concluded from the study that by using the present operation technique, an optimal effect after the operation is achieved, the patient leaves the hospital walls in the shortest period, and the probability of early and late postoperative complications is minimized, as well as the number of relapses is minimized.

*Key words:* epithelial-coccyx move (ecm); epithelial coccyx cyst (ecc), postoperative complications; recurrence; plasticity; postoperative defect.

*Аннотация.* Цель: целью данного исследования служит внедрение нового подхода в пластике послеоперационного дефекта, основным смыслом которого является снижение количества послеоперационных осложнений, а также рецидивов такой патологии как эпителиально-копчиковый ход и копчиковая киста.

*Методы:* основными методами достижения положительных результатов в данном исследовании является техника ушивания подкожной жировой клетчатки и кожи, а так же отказ от постановки дренажей в область вмешательства.

*Результаты:* в результате внедрения изменений в технике пластики тканей после иссечения эпителиального копчикового хода (ЭКХ) и эпителиальной копчиковой кисты (ЭКК) достигнут успех в таком частом явлении как послеоперационные осложнения в виде нагноения послеоперационной раны, а так же такое частое явление как несостоятельность послеоперационной раны и расхождение кожных краев, а в некоторых случаях и расхождение на всю глубину раны.

*Выводы:* данная работа носит исключительно рекомендательный характер и не претендует на звание абсолютно верного метода при выполнении данной операции, и ввиду этого из исследования можно сделать вывод что при использовании данной техники операции достигается оптимальный эффект после операции, пациент в кратчайший период покидает стены стационара, и минимизируется вероятность ранних и поздних послеоперационных осложнений, а так же снижается до минимума количество рецидивов.

*Ключевые слова:* эпителиальный копчиковый ход (ЭКХ); эпителиальная копчиковая киста (ЭКК); послеоперационные осложнения; рецидивы; пластика; послеоперационный дефект.

## Введение

**Э**пителиальный копчиковый ход (ЭКХ) составляет около 15 процентов всех заболеваний в колопроктологии, и 1–2 процента из числа всех хирургических больных. Актуальность данного заболевания в том, что заболевание проявляется в большинстве ситуаций в молодом возрасте, и с преобладанием 3:1 проявляется чаще у мужчин. Если рассматривать вопрос о частоте встречаемости у различных национальных групп, то, согласно исследованиям, данное заболевание проявляется чаще в нашей стране у южных народов, что связано с повышенным оволосением, так как в основном в эпителиальных копчиковых кистах находятся волосы. Несмотря на то, что данный вопрос по технике оперативного лечения изучается довольно давно, есть большая проблема со сроками заживления послеоперационных ран, которые составляют от 12–80 суток, а так же послеоперационными осложнениями которые составляют от 2-х до 50 процентов. Все это приводит к удлинению сроков нетрудоспособности, а так же сроков реабилитации и качество жизни.

## Методы и принципы исследования

Ввиду того что был проведен анализ различных видов операций, а так же изучая частоту послеоперационных осложнений, было принято решение в усовершенствовании техники операции по поводу иссечения ЭКХ. Так как например согласно статистическим данным операция по технике

- ◆ ИССЕЧЕНИЕ ЭКХ С УШИВАНИЕМ РАНЫ НАГЛУХО частота послеоперационных осложнений по различным данным составляет 9–31 процент. Хорошие результаты в послеоперационном периоде 58–88 процентов. [п. 8 8с.]
- ◆ ИССЕЧЕНИЕ ЭКХ С ПОДШИВАНИЕМ КРАЕВ РАНЫ КО ДНУ — МАРСУПИАЛИЗАЦИЯ. Хорошие отдаленные результаты сохраняются в 93.1 процентах всех случаев. [п. 8 8с.]
- ◆ ИССЕЧЕНИЕ ЭКХ С ПЛАСТИКОЙ РАНЫ ПЕРЕМЕЩЕННЫМИ ЛОСКУТАМИ (по Лимбергу, Каридакису с L, Z, Y, W — пластикой — хорошие и удовлетворительные результаты отмечаются в 84,2% всех случаев. [п. 8 8с.]
- ◆ ПОДКОЖНОЕ ИССЕЧЕНИЕ ЭКХ (СИНУСЭКТОМИЯ).— в отдаленные сроки наблюдения положительный результат наблюдается в 93%всех случаев [п. 8 8–9с.]

Разработанная нами методика ушивания послеоперационной раны внутрикожным непрерывным швом с послойным ушиванием подкожной жировой клетчатки, подразумевает наличие осложнений в послеоперационном периоде менее 1%, и в среднем длительность

лечения данного пациента в условиях стационара составляет 7–10 суток.

## Техника

Пациент в положении лежа на животе, под спинальной или внутривенной анестезией после проведения контрастирования через кожные края ЭКХ, с целью полного удаления ЭКХ и ЭКК, выполняется окоймляющий размер вокруг ЭКХ по ходу его распространения, в том числе и в случае распространения ЭКХ в ягодичную область, но чаще располагается в межъягодичной складке, далее ЭКХ и ЭКК выделяется из окружающей подкожной жировой клетчатки с помощью электрокоагулятора, по мере продвижения во время выделения тщательно производится этапный гемостаз, после удаления ЭКХ и ЭКК производится подшивание подкожной жировой клетчатки совместно с ягодичными фасциями, при низко выраженной ПЖК клетчатке, к крестцово-копчиковой связке первым рядом швов, далее в шахматном порядке производится ушивание в шахматном порядке подкожной жировой клетчатки в 2–3 ряда, рассасывающимся шовным материалом толщиной 0–1, в зависимости от глубины раны, выполняется контроль на гемостаз, далее выполняется непрерывный внутрикожный шов проленовой нитью толщиной 4–0, что является основным моментом в пластике послеоперационной раны, так как когда речь идет о выполнении пластики в межъягодичной складке, очень часто возникает вопрос с сопоставлением кожных краев, так как в большинстве ситуаций несостоятельность раны возникает именно по причине не полной стыковки кожных краев. И в данной ситуации внутрикожный шов дает нам данное преимущество в полном сопоставлении кожных краев, так же не мало важным является отказ от дренирования раны любыми видами дренажей, так как если мы устанавливаем резиновый выпускник, то опять же нарушается конгруэнтность кожных краев, если мы устанавливаем трубчатый силиконовый дренаж через дополнительное отверстие, то создаем дополнительную полость для скопления сером или гематом. При острой необходимости на 2-е сутки выполняется ревизия раны с помощью стерильного пуговчатого зонда, с целью удаления скопившихся гематом, данная необходимость возникает крайне редко.

Дальней ведение подразумевает: каждодневные перевязки по нашему опыту, необходимо в течение первых 3х дней, далее перевязки можно проводить через день, вплоть до выписки.

1. Применение местных антисептиков во время перевязки, с целью обработки краев раны и окружающих тканей.
2. По нашему опыту важное значение в достижение успеха и профилактики послеоперационных осложнений является обязательное назначение

внутримышечно антибиотиков широкого спектра, мы в частности используем Цефтриаксон, в течение 5 суток после операции.

3. А так же в первые 3-е суток использование местных заживляющих и антибактериальных мазей. Далее использование их бесполезно так как на 4-е сутки кожные края срастаются.
4. Так же практикуется назначение физиопроцедур таких как УВЧ в диапазоне 40–70 Вт.
5. А так же не мало важное значение имеет соблюдение режима, пациентам в течение 4х суток не разрешается лежать на спине и садится, так же в первые трое суток назначается диета, первые сутки 0 далее по 1 диете до 4х суток, данное назначение выполняется с целью уменьшения формирования каловых масс и соответственно исключения акта дефекации, так как во время акта дефекации есть вероятность расхождения швов.

### Основные результаты

По данной технике было прооперировано около 30 пациентов, так же параллельно велись операции и по другим методикам около 20 пациентов, средняя длительность нахождения пациентов в стационаре по новой методике составляла от 7 до 10 дней, средняя длительность нахождения пациентов в стационаре по другим методикам от 14 до 30 суток.

Послеоперационные осложнения в случае проведения операции по методике послойного ушивания раны с внутрикожным швом, были только 1 одном случае из всех, в виде расхождения кожных краев раны на 8-е сутки после операции. После снятия швов на 7-е сутки, пациенту были даны рекомендации не выполнять физические нагрузки в течение 2х недель, с целью дать возможность формирования более плотной рубцовой ткани.

Рекомендации были нарушены, в результате чего произошло расхождение кожного края раны на 1 см, на который был наложен отдельный узловый шов, и далее края раны сошлись без особых затруднений. По операциям по другим методам, возникло 4 осложнения из 20 случаев, 3 случая несостоятельности послеоперационной раны, и 1 случай нагноения послеоперационной раны, при этом послеоперационное ведение пациентов было совершенно идентичным на начальном этапе, в раннем послеоперационном периоде, и корректировалось в зависимости от возникновения тех или иных осложнений. Следовательно данное исследование и методика объективно показывают уменьшение суток проведенным больными в стационаре, а так же улучшенные результаты раннего и позднего послеоперационного периодов.

### Обсуждение

Данное исследование показывает состоятельность метода в практической деятельности хирурга, в дальнейшем будут проводится операции по данной методике и исправления в ведении данных пациентов. Ввиду того что проблема актуальная и определенная группа специалистов так же склоняется к завершению операции без ушивания раны, что в свою очередь приводит к длительному заживлению (1–2 месяца), что крайне отрицательно сказывается на качестве жизни пациентов.

### Заключение

Исходя из цели исследования и разработки методики можно сделать вывод, что методика состоятельна, и будет применяться в дальнейшем в лечении ЭКХ и ЭКК. Но наряду с этим не исключаются остальные методы устранения послеоперационного дефекта, в зависимости от распространенности процесса.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Г. И. Основы колопроктологии. М.: Медицинское информационное агентство, 2006. 430 с.
2. Кайзер Андреас М. Колоректальная хирургия. М.: Издательство БИНОМ, 2011. 737 с.
3. Федоров В.Д., Дульцев Ю. В. Проктология. М.: Медицина, 1984. 384 с.
4. Шельгин Ю.А., Благодарный Л. А. Справочник по колопроктологии. М.: Литтерра, 2012. 596 с.
5. Bannerjee, D. Pilonidal sinus wounds: the clinical approach. J Community Nurs. 1999; 13: 22–26.
6. Bascom J. Pilonidal Sinus. Curr Ther Colon Rectal Surg 1990; 1–8.
7. Bascom, J. Pilonidal disease: long term results of follicle removal. Dis. Colon Rectum. 1983; 26: 800–807.
8. Клинические рекомендации по диагностике и лечению взрослых пациентов с эпителиальным копчиковым ходом. 2013; 1–12с.

## УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ПАНКРЕОНЕКРОЗАМИ

### ULTRASONIC TECHNOLOGIES IN DIAGNOSTICS AND TREATMENT OF PATIENTS WITH PANCREONECROSIS

**I. Mozzhegorova  
V. Darvin  
A. Stepanov  
T. Devyatkina**

*Summary.* The paper presents an analysis of the results of treatment of 618 patients with acute pancreatitis, 166 of which (26.9%) had instrumentally verified pancreatic necrosis. The results confirm the effectiveness of the use of minimally invasive interventions under ultrasound navigation in the treatment of patients with pancreatic necrosis in the form of a reduction in mortality and the duration of inpatient treatment.

*Keywords:* ultrasound navigation, pancreatic necrosis, acute pancreatitis, acute fluid accumulations, minimally invasive treatment methods.

**Мозжегорова Изабель Викторовна**

Аспирант, Сургутский государственный университет; врач ультразвуковой диагностики, Сургутская окружная клиническая больница  
mozzhegorovaiv@surgutokb.ru

**Дарвин Владимир Васильевич**

Д.м.н., профессор, Сургутский государственный университет  
darvinvv@surgutokb.ru

**Степанов Александр Викторович**

Хирург, Сургутская окружная клиническая больница  
stepanovav@surgutokb.ru

**Девяткина Татьяна Валерьевна**

Заведующая отделением ультразвуковой диагностики, Сургутская окружная клиническая больница  
devyatkinatv@surgutokb.ru

*Аннотация.* В работе представлен анализ результатов лечения 618 больных с острым панкреатитом, у 166 из которых (26,9%) имел место инструментально верифицированный панкреонекроз. Полученные результаты подтверждают эффективность использования малоинвазивных вмешательств под ультразвуковой навигацией в лечении больных с панкреонекрозом в виде снижения летальности и длительности стационарного лечения.

*Ключевые слова:* ультразвуковая навигация, панкреонекроз, острый панкреатит, острые жидкостные скопления, малоинвазивные методы лечения.

### Введение

**Н**еуклонный рост количества больных с острой хирургической патологией органов брюшной полости и забрюшинного пространства, протекающих с деструктивным процессом, оставляет актуальным вопрос оптимальной тактики и выбора конкретного хирургического метода лечения больных с данной патологией в абдоминальной хирургии [1,2,3]. Ведущая роль в неотложной абдоминальной хирургии принадлежит острому панкреатиту, который занимает второе место в структуре острых хирургических заболеваний [4,5]. Наиболее грозной формой острого панкреатита является распространенный панкреонекроз с развитием перитонита, забрюшинной флегмоны и формированием

острых жидкостных скоплений различной локализации. Общая летальность при остром панкреатите варьируется в пределах 3–6%, при этом основная доля летальных исходов приходится на инфекционные осложнения — 40–80% [6,7]. Хотя в последние годы наметилась некоторая тенденция к снижению общей летальности (с 4,0%–4,5% до 2,5%–3,5%), однако при этом послеоперационная летальность сохраняется на довольно высоком уровне (20%–25%) [8–12]. В связи с этим определение роли и места малоинвазивных вмешательств при диагностике и хирургическом лечении больных с панкреонекрозом является важной и актуальной проблемой, при этом ультразвуковые технологии из-за отсутствия лучевой нагрузки, возможности динамического наблюдения за ходом лечебного процесса, на сегодняшний день наи-

Таблица 1. Распределение пациентов по полу и возрасту

Возрастные группы (лет)	Мужчин (человек)	Доля (%)	Женщин (человек)	Доля (%)
21–40	126	20,5	38	6,2
41–60	137	22,3	101	16,5
61 и старше	81	13,1	132	21,5
Всего	344	55,8	274	44,3

более перспективны для оптимизации малоинвазивных технологий. В операционных и рентгенологических кабинетах возможно проведение диагностических и малоинвазивных вмешательств благодаря наличию портативных УЗ-сканеров с высокой разрешающей способностью и идущих к ним интраоперационных датчиков.

### Цель исследования

Определить эффективность применения малоинвазивных методик диагностики и лечения под контролем ультразвукового исследования у больных с острым панкреатитом средней и тяжелой степени.

### Материалы и методы

Проведен анализ результатов лечения 618 больных с верифицированным диагнозом «Острый панкреатит», госпитализированных и пролеченных в БУ «Сургутская окружная клиническая больница» в течение 2015–2019 г.г. В таблице 1 представлено распределение больных по полу и возрасту.

То есть, преобладали лица мужского пола — 55,8%. При этом среди мужчин большая доля (22,3%) приходится на возраст 41–60 лет, а среди женщин (21,5%) — на возраст старше 60 лет. Средний возраст составил 53,2 ± 3,5 года.

Диагноз и степень тяжести заболевания при поступлении (или при переводе из других ЛПУ) установлен на основании клинических, лабораторных данных и данных УЗИ. Ультразвуковая диагностика проводилась на сканере высокого класса Affiniti 30 Philips, Италия с использованием конвексного датчика 3,5–5,5 МГц. Кроме того, для верификации степени тяжести заболевания и оценки морфологического субстрата, у 193 (38,8%) больных в течение первых трех суток от момента поступления проведена компьютерная томография (КТ). Компьютерная диагностика проводилась на рентгеновском компьютерном томографе производства «Toshiba Medical Systems Corporation», Япония.

В соответствии с критериями оценки тяжести заболевания (Клинические рекомендации «Острый панкреатит, 2019 г) острый панкреатит легкой степени установлен

у 452 пациентов (73,1%), острый панкреатит средней степени — у 98 пациентов (15,9%), острый панкреатит тяжелой степени — у 68 больных (11,0%).

Консервативная терапия больным с острым панкреатитом проводилась соответственно положениям национальных клинических рекомендаций, объем определялся фазой и тяжестью заболевания.

В группе больных с острым панкреатитом средней и тяжелой степени хирургические методы лечения применены у 101 больного (60,8%), из которых у 76 больных основной хирургической технологией были малоинвазивные вмешательства под УЗ наведением, а у 25 — прочие хирургические вмешательства (путем лапаротомии или широкой люмботомии или их сочетания), 65 больных (39,2%) пролечены без использования инвазивных хирургических методик.

Миниинвазивные вмешательства под ультразвуковой навигацией (УЗН) проводились с использованием ультразвукового аппарата экспертного класса «MyLabTwices» Esaote, Италия. При необходимости интраоперационного исследования использовался портативный ультразвуковой аппарат «Logiq e» с конвексным датчиком 3,5 МГц.

Малоинвазивные хирургическими вмешательствами (основания группа исследования) выполнены у 76 больных с острым панкреатитом (12,3% от всех больных с острым панкреатитом), из них средней степени тяжести — у 42 (42,8%) и тяжелой степени — у 34 (50,0%).

Таким образом, хирургическая активность при расчете на всю группу больных с острым панкреатитом, составила 16,3%, а у больных с острым панкреатитом средней и тяжелой степени — 60,8%.

В ранней (I B) фазе стерильного панкреонекроза инвазивные вмешательства выполнены у 9 больных — 8,9% (из них у 6 — при средней тяжести и у 3 — при тяжелом течении). В поздней фазе (II) асептического и инфицированного панкреонекроза инвазивные вмешательства выполнены у 92 больных — 91,1% (из них 36 — средней тяжести и 31 — тяжелое течение).

Показаниями к применению хирургических методов лечения у больных с верифицированным панкреатитом средней и тяжёлой степени являлись:

- ◆ острые жидкостные скопления (36 пациентов — 35,5%);
- ◆ асептический некроз с резвившейся полиорганной недостаточностью, не отвечающий на проводимую консервативную терапию (9–8,9%);
- ◆ отграниченная септическая секвестрация панкреонекроза с формированием абсцессов (24–23,8%);
- ◆ распространённая септическая секвестрация с формированием парапанкреатических флегмон и флегмон забрюшинного пространства (22–21,8%);
- ◆ гнойный перитонит (2–2,0%);
- ◆ деструктивный холецистит (4–4,0%);
- ◆ иные осложнения: кровотечения, некроз и перфорация толстой кишки, внутренние кишечные свищи (4–4,0%).

Применённые малоинвазивные хирургические технологии по УЗН, выполненные в ранней фазе (I B) стерильного панкреонекроза:

- дренирование острых жидкостных скоплений объёмом от 200 мл и более по методике Сельдингера, с установкой одного и более дренажей 12–18 Fr по шкале Chauiere, типа pig-tail — у 6 больных.

В поздней фазе заболевания (II) выполняли:

- ◆ дренирование нагноившихся жидкостных скоплений, абсцессов, кист под УЗН — у 38 больных (54,2%);
- ◆ минидоступы с длиной разреза до 4 см и установкой дренажей более крупного диаметра (до 30–33 Fr) использовали при отсутствии акустического окна, наличия петель кишечника на пути к зоне дренирования под УЗН или при недостаточной эффективности пункционного дренирования — у 10 больных (14,3%);
- ◆ минидоступы под УЗН при распространённом гнойно-деструктивном процессе в виде инфицированного парапанкреатита, забрюшинных флегмон, распространённом оментобурсите — 22 (31,4%).

При локализации гнойно-деструктивного процесса в области головки поджелудочной железы и распространённом гнойном оментобурсите использовали минилапаротомию по средней линии в эпигастральной области. При гнойно-деструктивном процессе в забрюшинной клетчатке применяли мини-доступы в поясничных и подвздошных областях справа или слева в зависимости от локализации.

У 25 больных (24,8%) хирургические вмешательства выполнены путём традиционной лапаротомии, широкой люмботомии или их сочетание. Основным показанием были: распространённая септическая секвестрация с формированием забрюшинных флегмон, распространённый гнойный перитонит и иные осложнения тотального панкреонекроза (кровотечения, некроз и перфорация толстой кишки, внутренние кишечные свищи).

## Результаты

Средняя длительность стационарного лечения у больных с острым панкреатитом составила 13,9 + 4,0 койко-дней; при легком течении — 8,8 + 2,3; при средней тяжести — 15,7 + 4,6; при тяжёлом — 25,5 + 6,5 койко-дня.

Общая летальность у пациентов с верифицированным острым панкреатитом составила 2,75%. (17 человек). Причинами летальных исходов явились: сепсис, СПОН — у 11, острый инфаркт миокарда — у 1, кровотечение с тяжёлой анемией, ДВС-синдром и СПОН — у 2, острое нарушение мезентериального кровообращения — у 2, фульминантное течение острого панкреатита — 1. При остром панкреатите легкой степени летальных исходов не было.

При остром панкреатите средней тяжести и тяжёлом остром панкреатите летальность составила 10,2%. При этом в группе больных с острым панкреатитом средней и тяжёлой степени, у которых применены малоинвазивные методы лечения с УЗН, в послеоперационном периоде умерло 7 больных, послеоперационная летальность составила 9,2%, при применении традиционной лапаротомии и широкой люмботомии в послеоперационном периоде умерли 8 больных, послеоперационная летальность 32,0% ( $p < 0,01$ ).

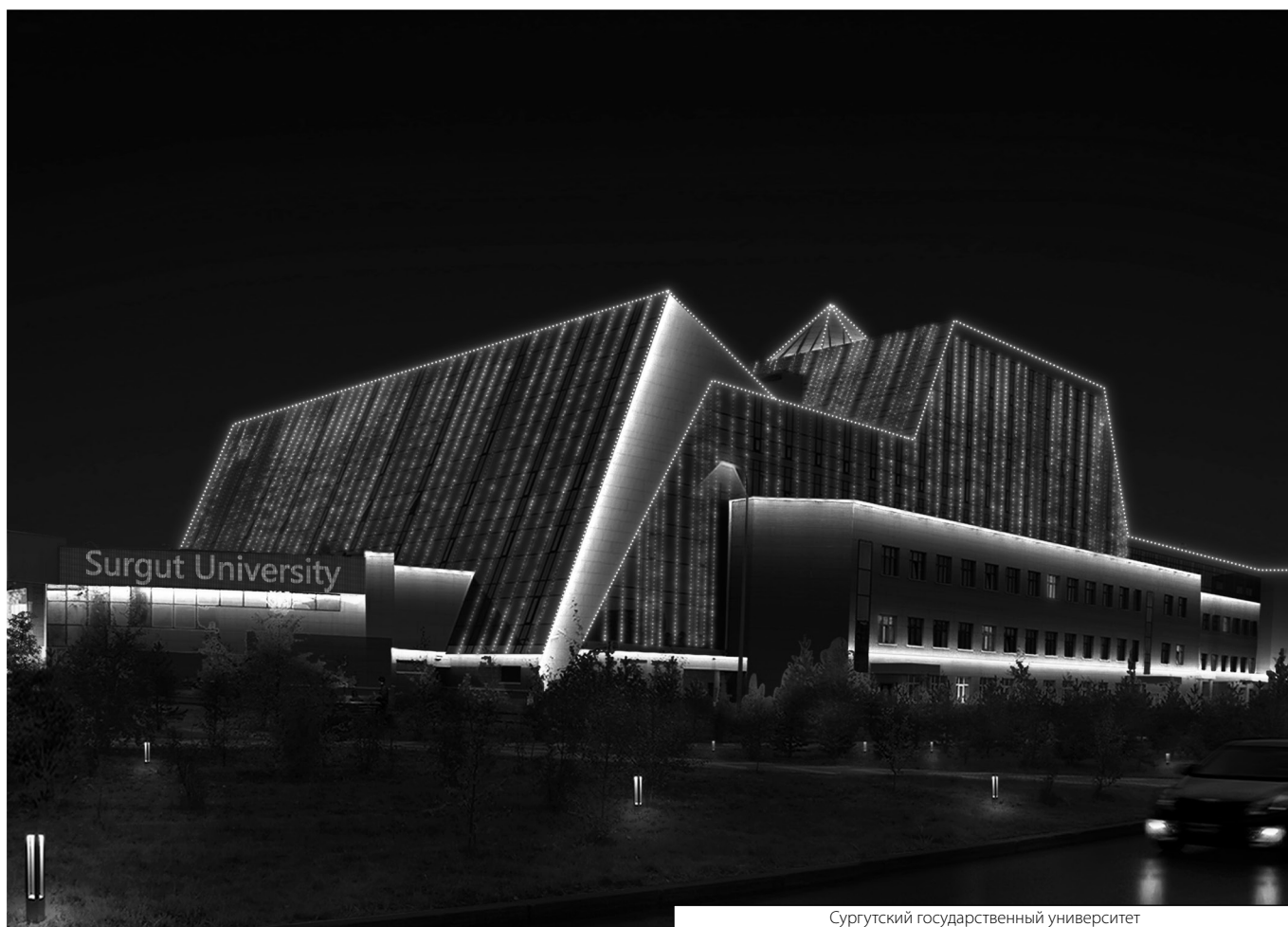
## Выводы

1. Доля больных с панкреонекрозом от общего количества больных с острым панкреатитом составляет 26,9%, при этом у 15,9% больных острый панкреатит имеет течение средней тяжести и у 11,0% — тяжёлое течение.
2. Показания и возможности для выполнения малоинвазивных хирургических вмешательств под УЗН у больных с панкреонекрозом имеют место у 8,2% — в ранней фазе и у 85,5% больных — в поздней.
3. Использование УЗ технологий при выполнении малоинвазивных хирургических вмешательств у больных с острым панкреатитом средней и тяжёлой степени позволяет снизить послеоперационную летальность с 14,9% до 9,2%

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин Э.И., Дюжева Т.Г., Докучаев К.В. и др. Инфицированный панкреонекроз. Хирургия. 2002; 9: 82–84.
2. Нестеренко Ю.А., Михайлулов С.В., Черняков А.В. Лечение больных с острыми жидкостными образованиями поджелудочной железы и сальниковой сумки. Анналы хирургической гепатологии. 2006; 3: 23–28.
3. Савельев В.С., Филимонов М.И., Гельфанд Б.Р. и др. Панкреонекроз: актуальные вопросы классификации, диагностики и лечения. Consilium-medicum. 2000; 7: 34–39.
4. Новые подходы к фармакотерапии острого панкреатита /Ю.В.Иванов [и др.]// Хирургия. — 2005. — № 2. URL <http://www.medinfo.ru>.
5. Эндовидеохирургические вмешательства в лечении гнойно-некротических осложнений панкреонекроза: материалы международного конгресса хирургов /М.А.Сидоров [и др.]. — Петрозаводск, 2002. — С. 199–201.
6. Connor S., Raraty M.G, Lowes N. I. Surgery in the treatment of acute pancreatitis-minimal access pancreatic necrosectomy. Scand J Surg. 2005; 94:2:135–42.
7. Otsuki M., Noshimori I., Nauakawa T. et al. Hereditary pancreatitis: clinical characteristics and diagnostic criteria in Japan. Pancreas 2004; 28: 2: 200–206.
8. Ермолов А.С., Иванов П. А., Благовестнов Д. А. Диагностика и лечение острого панкреатита. М.: ВИДАР, 2013. 382с.
9. Дарвин В.В., Онищенко С.В., Логинов Е.В., Кабанов А.А. Тяжелый острый панкреатит: факторы риска неблагоприятного исхода и возможности их устранения // Анналы хирургической гепатологии. 2018., т. 23. № 2. С. 76–83.
10. Национальное руководство по хирургии. / под ред. Савельева В.С., Филимонова М.И., Бурневич С.З., том 2 изд. 2013: ГЭОТАР-Медиа. 2013. 832 с.
11. Кубышкин, В.А. Острый панкреатит // Тихоокеанский медицинский журнал. 2009. № 2. С. 48–52.
12. IAP/APA evidence-based guidelines for the management of acute pancreatitis. Working Group IAP/APA (International Association of Pancreatology /American Pancreatic Association) Acute Pancreatitis Guidelines // Pancreatology. 2013. № 13. С. E1-e16

© Мозжегорова Изабель Викторовна ( [mozhegorovaiv@surgutokb.ru](mailto:mozhegorovaiv@surgutokb.ru) ), Дарвин Владимир Васильевич ( [darvinvv@surgutokb.ru](mailto:darvinvv@surgutokb.ru) ), Степанов Александр Викторович ( [stepanovav@surgutokb.ru](mailto:stepanovav@surgutokb.ru) ), Девяткина Татьяна Валерьевна ( [devyatkinatv@surgutokb.ru](mailto:devyatkinatv@surgutokb.ru) ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»





## МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА ТЯЖЕЛОЙ АСФИКСИИ НОВОРОЖДЕННЫХ

### MEDICAL AND SOCIAL RISK FACTORS OF NEONATAL ASPHYXIA

**E. Paliutina  
I. Kozlovskaya**

**Summary.** The retrospective analysis of 179 pregnancy case records and health histories of newborns was carried out. All patients were divided into two groups: the main group included n=92 women gave birth to newborns in a state of severe asphyxia and the comparison group — n=87 patients who gave birth to newborns with an Apgar score of 8–9.

As a result of the study, medical and social risk factors leading to adverse perinatal outcomes were identified. They are re-pregnant primiparas, at delivery time of 34–36 or more than 40 weeks, who live in Yaroslavl region and have burdened obstetric and gynecological history, burdened somatic history of urinary tract infection, impaired fat metabolism, and cardiovascular disease.

**Keywords:** neonatal asphyxia, risk factors.

**Палютина Елена Юрьевна**

*К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России  
reyu260562@mail.ru*

**Козловская Ирина Александровна**

*К.м.н., врач акушер-гинеколог, ГБУЗ Ярославской области «Областной перинатальный центр»  
kia801980@mail.ru*

**Аннотация.** Был проведен ретроспективный анализ 179 диспансерных книжек и историй новорожденных. Группы были сформированы методом случайной выборки. Основным критерием отбора являлась оценка новорожденного по шкале Апгар на первой минуте жизни. В основную группу вошли n=92 женщины, родившие новорожденных в состоянии тяжелой асфиксии и группу сравнения — n=87 пациентки, родившие новорожденных с оценкой по шкале Апгар 8–9 баллов. Были выявлены значимые медико-социальные факторы приводящие к неблагоприятным перинатальным исходам. К этим факторам относятся: повторнобеременные первородящие проживающие в Ярославской области, родоразрешившиеся в сроках 34–36 недель и более 40 недель, имеющие отягощенный акушерско-гинекологический анамнез, отягощенный соматический анамнез по инфекции мочевыводящих путей, нарушению жирового обмена и сердечно-сосудистой патологии.

**Ключевые слова:** асфиксия новорожденных, факторы риска.

**С**остояние соматического и репродуктивного здоровья населения, уровень социально-экономического развития оказывают непосредственное влияние на демографические показатели, характеризующие здоровье популяции в целом. Перинатальные потери один из основных показателей, отражающих качество оказания медицинской помощи беременным и новорожденным. Согласно информационному бюллетеню ВОЗ за февраль 2019 года в 2017 г. умерло 6,3 млн. детей в возрасте до 15 лет. Из них 5,4 миллиона детей не дожили до пятилетнего возраста. Основными причинами смерти детей в возрасте до пяти лет являются осложнения, связанные с преждевременными родами, пневмония, асфиксия ребенка при рождении, диарея и малярия. Несмотря на последние успехи в родовспоможении, совершенствование комплекса реанимационных мероприятий, гипоксия плода и асфиксия новорожденного остаются одной из наиболее важных проблем неонатологии. Неуклонно отмечается рост числа детей — инвалидов в РФ с 617 тысяч в 2016 году до 670 тысяч к первому января 2019 года. В структуре детской ин-

валидности лидирующее место занимают психические расстройства и расстройства поведения — 24,3%, нервные болезни — 23,2%, врожденные аномалии развития и хромосомные нарушения [1]. На последнем этапе адаптации к гипоксии происходит истощение компенсаторно-приспособительных реакций. На прогрессирующую гипоксию у плода развивается метаболический ацидоз, приводящий к истощению энергетических ресурсов, усилению перекисного окисления липидов, увеличению продукции свободных радикалов кислорода вызывающих повреждение клеточных мембран и усугубляющих расстройства микроциркуляции, особенно в мозге. Так появляются участки ишемии с последующим некрозом, что ведет к необратимым изменениям нервной ткани и к смерти плода или инвалидизации новорожденного [2]. В основе причин, приводящих в итоге к асфиксии новорожденного, как правило, лежат предплацентарные, плацентарные и постплацентарные факторы, которые и находят свое отражение в большинстве исследований, посвященных асфиксии новорожденного [2,3]. Однако, крайне редко при проведении исследований

обращают внимание на внешние факторы, такие как место проживания, уровень образования, наличие или отсутствие работы, социальный статус. В основном, подлежат исследованию возраст пациенток, соматический и акушерско-гинекологический анамнезы. Ярким примером влияния медико-социальных факторов было исследование однойцовых близнецов, когда вследствие смерти родителей или по каким-то другим причинам они оказывались разлученными друг с другом и воспитывались в разных условиях. Оно было проведенное в Чикагском университете Ньюменом — генетиком, Фриманом — психологом и Хользингером — специалистом по статистическому анализу. Полученные результаты отражают возможные последствия воздействия пренатальных и постнатальных факторов окружающей среды на психику и здоровье, которые в свою очередь могут оказывать влияние на различие путей развития интересов и способностей. За последнее время, в динамике акушерские причины перинатальной смертности и их частота в регионах Российской Федерации незначительно изменились, практически остались прежними основные ошибки специалистов, такие как: некачественное наблюдение за беременными, выявление и лечение акушерской патологии, ведение родов, особенно в областных населенных пунктах при отсутствии единых стандартов и протоколов по оказанию медицинской помощи беременным, роженицам и родильницам. Цель нашего исследования — выявить возможные медико-социальные факторы влияющие на исход беременности тем самым определить группу риска по возможному рождению плода в состоянии тяжелой асфиксии.

## Материалы и методы

Был проведен ретроспективный анализ 179 диспансерных книжек и историй новорожденных родившихся в областном перинатальном центре города Ярославля в 2016–2019 годах. Группы были сформированы методом случайной выборки. Основным критерием отбора являлась оценка новорожденного по шкале Апгар на первой минуте жизни. В основную группу вошли  $n=92$  женщины родившие новорожденных в состоянии тяжелой асфиксии и группу сравнения —  $n=87$  пациентки, родившие новорожденных с оценкой по шкале Апгар 8–9 баллов

Критерии исключения: срок родоразрешения менее 34 недель, в связи с наличием синдрома дыхательных расстройств характерного для данного срока гестации, многоплодная беременность, наличие врожденных пороков развития плода. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы SPSS22. По каждому признаку в сравниваемых группах, определяли среднее значение со стандартным отклонением, сравнивая исследуемые группы с помощью  $t$ -критерия Стьюдента. Значимость исследуемых факторов

риска была подтверждена с помощью вычисления отношения шансов (OR) и относительного риска (RR).

## Результаты исследования

В результате проведенного исследования не было выявлено достоверной разницы между группами по следующим социальным показателям: возрасту ( $30,0 \pm 0,64$  в основной группе и  $29,5 \pm 0,5$  лет в группе сравнения), по наличию или отсутствию зарегистрированного брака и работы. Но, при этом была выявлена достоверная разница по уровню образования. В основной группе достоверно ( $p \leq 0,05$ ) большее число 34,8% пациенток имели средне-специальное образование, а в группе сравнения достоверно ( $p \leq 0,01$ ) большее количество 69% женщин имели высшее образование.

Большая часть женщин 76,1% ( $p \leq 0,05$ ) родивших новорожденных в состоянии асфиксии проживала в Ярославской области, где количество жителей составляло от 5 до 190 тыс человек в сравнении с населением города Ярославль, где численность жителей на 2019г составила 608 тыс человек.

При изучении паритета выявлено, что в основной группе достоверно больше ( $p \leq 0,01$ ) было повторнобеременных первородящих 18,5% против 1,2% группы сравнения и меньше повторнобеременных повторно-родящих 42,2% против 55% соответственно. При этом в основной группе с 37 по 40 неделю родоразрешались 64,1% женщин, против 96,4% в группе сравнения. На долю преждевременных родов в основной группе пришлось 25% и 10,9% на роды после 40 недель.

Так же, в основной группе было достоверно ( $p=0,008$ ) больше женщин, имеющих отягощенный акушерско-гинекологический анамнез, особенно по количеству абортов, что нашло свое подтверждение в работе Н. В. Вычигжаниной и соавт [6].

Сравнивая группы по весоростовому показателю было выявлено, что ИМТ в основной группе составил  $25,4 \pm 6,1$ , а в группе сравнения был практически идеальный  $22,9 \pm 3,7$  ( $p \leq 0,01$ ).

При анализе соматической патологии в исследуемых группах обращает на себя внимание, что в основной группе достоверно больше заболеваний сердечно-сосудистой системы 34,8% (5,74% в группе сравнения) ( $p \leq 0,01$ ), инфекций мочеполовых путей 30,4% (18,4% в группе сравнения), отмечается достоверная ( $p \leq 0,01$ ) разница по количеству женщин, имеющих нарушение жирового обмена 17,4% в основной группе и 8% в группе сравнения. А. К. Арутюнян [4] рассматривает ожирение, как фактор риска акушерских и перинатальных

Таблица 1. Факторы риска тяжелой асфиксии новорожденного в основной группе

Фактор риска	RO>1	95% ДИ
Проживание и диспансерное наблюдение в городах Ярославской области	1,94	1,01–3,7
Наличие сердечно-сосудистых заболеваний	8,747	3,2–23,7
Наличие искусственных аборт в анамнезе	2,73	1,2–5,8
Самопроизвольное прерывание беременности	2,2	1,02–4,7
Отягощенный акушерско-гинекологический анамнез	2,66	1,2–5,6
Срок родоразрешения 34–36 недель	28,6	3,7–217
Срок родоразрешения более 40 недель	5,183	1,11–24,3
Повторнобеременные первородящие	19,49	2,5–149

осложнений, что подтверждает в своем исследовании О.Б. Карелина [5]. Лидирующие место в обеих группах занимают: железодефицитная анемия 40,2% (29,9% в группе сравнения), эндокринная патология 39,1% (33,3% в группе сравнения) и миопия в 34,8% в основной группе (26,4% в группе сравнения).

При анализе были отмечены очень интересные факты: 7,6% женщин основной группы и 25,3% группы сравнения имели резус-отрицательную кровь. Достоверной разницы между группами по наличию заболеваний желудочно-кишечного тракта, хронических инфекций не обнаружено.

## Обсуждение

Анализируя полученные данные, следует отметить, что возраст и наличие зарегистрированного брака, а данные в группах оказались идентичными, не оказывали влияния на исход беременности, что не противоречит исследованию С.А. Ульяновской и соавт [3]. Отсутствие регистрации не означает отсутствие гражданского мужа. Это лишний раз подтверждает тенденцию к поздней реализации своей репродуктивной функции в сравнение с 70–80 годами 20 столетия. В основной группе первородящие составили около 60%, почти половина из которых к моменту первых родов уже имела перинатальные потери. Достоверная разница в группах по уровню образования может оказывать свое влияние. Что такое высшее образование? Это большой объем знаний, умение и желание учиться, больше шансов найти престижную, высокооплачиваемую работу, а, следовательно, возможность наблюдения в медицинских центрах, приобретения оригинальных «недешевых» витаминно-минеральных комплексов, социальной и правовой защиты. Действительно группы между собой не отличались по количеству, как работающих женщин, так и домохозяек, что приводит к мысли, что важнее не наличие работы, а ее качественная характеристика. Следует отметить, что женщины, родившие детей в состоянии тяжелой асфиксии в 76,1% случаев оказались жительницами Ярославской области, что наводит на мысль о качестве медицинского обслужи-

вания беременных женщин в малонаселенных пунктах или ее доступности. Анализируя весо-ростовые показатели мы пришли к выводу, что по неблагоприятным перинатальным исходам угрожаемы женщины ниже среднего по росту, с повышенной массой тела. К 30-летнему возрасту женщины теоретически уже должны иметь отягощенный, как соматический, так и акушерско-гинекологический анамнез, что и подтверждает, проведенный нами анализ [3]. В основной группе одна треть женщин ( $p \leq 0,008$ ) имела в анамнезе искусственные аборты и самопроизвольные выкидыши и, как следствие, возможные циркуляторные расстройства в маточных сосудах, связанных с патологическими изменениями спиральных артериол в зоне плацентарной площадки. В основной группе достоверно ( $p \leq 0,01$ ) больше почти 35% сердечно-сосудистой патологии такой как артериальная гипертензия, гипотония, преэклампсия, т.е. имели место возможно окклюзионные васкулярные нарушения спиральных артериол в зоне плацентарной площадки с развитием периферического вазоспазма (что соответствует данным В.М. Астахов и соавт, [7]). При проведении анализа было отмечено, что женщины, имеющие резус-отрицательную кровь имеют меньше шансов на рождение ребенка в состоянии тяжелой асфиксии, в научной литературе подтверждения найти не удалось. По сроку родоразрешения группы достоверно отличались друг от друга, на благоприятный исход беременности следует рассчитывать в сроки с 37 по 40 неделю беременности.

Проводя анализ тесноты связи факторов риска (RO) с развитием тяжелой асфиксии у новорожденных были получены следующие данные, представленные в таблице 1.

95% доверенный интервалом (ДИ) не равный единице указывает на то, что исследуемый признак имеет значимую статистическую связь.

Если  $RO > 1$  — больше шансов обнаружить фактор в группе с неблагоприятным исходом (тяжелая асфиксия новорожденного). Из этого следует, что по рождению плода в состоянии тяжелой асфиксии угрожаемы

Таблица 2. Факторы риска благоприятного перинатального исхода в группе сравнения

Фактор риска	RO<1	95% ДИ
Проживание и диспансерное наблюдение в городе Ярославле	0,341	0,16–0,7
Наличие высшего образования	0,47	0,25–0,86
Rh(–) отрицательная кровь	0,243	0,09–0,6
Срок родоразрешения 37–40 недель	0,064	0,019–0,2
Повторнобеременные повторнородящие	0,391	0,2–0,7

Таблица 3. Зависимость неблагоприятного перинатального исхода от наличия фактора риска в основной группе

Фактор риска	RR>1	95% ДИ
НЖО	1,42	1,04–1,9
Сердечно-сосудистые заболевания	2,04	1,6–2,5
Инфекции мочевыводящих путей	1,34	1,09–1,7

Таблица 4. Зависимость благоприятного перинатального исхода от наличия фактора риска в группе сравнения

Фактор риска	RR<1	95% ДИ
Высшее образование	0,7	0,5–0,9
Проживание в городе Ярославле	0,55	0,3–0,8
Rh(–) отрицательная кровь	0,426	0,2–0,8

повторнобеременные первородящие в сроке беременности 34–36 недель беременности или более 40 недель с сердечно-сосудистой патологией и отягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом.

Если  $RO < 1$ , то больше шансов обнаружить фактор риска в группе сравнения с благоприятным перинатальным исходом, т.е. состояние новорожденного по шкале Апгар 8–9 баллов (таблица 2).

95% доверенный интервалом (ДИ) не равный единице указывает

На благоприятный исход следует надеяться если повторнобеременная повторнородящая, с высшим образованием, проживает в городе Ярославль и родоразрешается в сроке 37–40 недель.

Определяя относительный риск (RR) возникновения тяжелой асфиксии при воздействии различных факторов нами были получены следующие результаты (таблица 3):

95% доверенный интервалом (ДИ) не равный единице указывает на то, что исследуемый признак имеет значимую статистическую связь.

Если  $RR > 1$  это означает зависимость неблагоприятного исхода от наличия фактора риска в основной группе, т.е. женщины, имеющие нарушение жирового обмена [8,9], сердечно-сосудистую патологию и хроническую инфекцию мочевыводящих путей, что подтверждается в исследовании М.С Пановой и соав [8] скорее будут иметь неблагоприятный исход родов.

Если  $RR < 1$  это означает зависимость благоприятного перинатального исхода от наличия фактора риска в группе сравнения (таблица 4).

95% доверенный интервалом (ДИ) не равный единице указывает на то, что исследуемый признак имеет значимую статистическую связь.

Анализ, проведенный с помощью вычисления относительного риска, еще раз подтвердил ранее полученных данных.

### Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования были выявлены значимые медико-социальные факторы, приводящие к неблагоприятным перинатальным исходам. На основании полученных данных мы мо-

жем спрогнозировать «профиль» роженицы, угрожаемой по рождению детей в состоянии тяжелой асфиксии. Это повторнородящие первородящие проживающие в малонаселенных городах Ярославской области [10], имеющие отягощенный акушерско-гинекологический анамнез по искусственным абортам и самопроизвольным выкидышам, отягощенный соматический анамнез по инфекции мочевыводящих путей, нарушению жирового обмена и сердечно-сосудистым заболеваниям [11] при сроке родоразрешения в 34–36 или более 40 недель. Полученные данные могут помочь сформировать группы риска на ранних сроках беременности и провести профилактические мероприятия по правильному питанию

беременной, по физической нагрузке, своевременной и адекватной стабилизации артериального давления, профилактике инфекций мочевыводящих путей, недонашивания и перенашивания. Возможным результатом этих мероприятий будет снижение процента детей рожденных в тяжелой асфиксии и, как следствие ее, гипоксическо-ишемических поражений центральной нервной системы. Длительность восстановления после таких поражений может растягиваться на неопределенно долгий период, причем незначительные в период новорожденности нарушения способны прогрессировать с возрастом и приводить к инвалидности.[2,12]. Гиппократ был прав — «Устраните причину, тогда пройдет и болезнь».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сообщение ТАСС от 28.06.2019. TASS message from 28.06.2019.
2. Котлова Е. В. Некоторые причины гипоксии плода при эклампсии. *Современные проблемы науки и образования*. 2014; (2): 381
3. Ульяновская С.А., Баженов Д. В., Шестакова В. Г. и др. Изучение влияния неблагоприятных факторов на развитие плода. *Вестник Кыргызско-Российского славянского университета* 2018; 18 (9): 108–111.
4. Арутюнян А. К. Ожирение как фактор риска акушерских и перинатальных осложнений. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2015. 5. (5): 434.
5. Карелина О.Б., Артымук Н. В. Факторы риска асфиксии новорожденных у женщин с ожирением. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2016. 1. (2): 30–37.
6. Вычигжанина Н.В., Щерба М. Т., Шамсутдинова С. Р. Изучение факторов риска развития асфиксии у доношенных новорожденных детей. *Вестник КГМА им. И. К. Ахунбаева*. 2015. (3): 45–47.
7. Астахов В.М., Сун ли. Гормональная функция системы «мать-плацента-плод» у беременных с артериальной гипотензией. *Медико-социальные проблемы семьи*. 2014; 19 (1): 14–17.
8. Панова М.С., Панченко А. С., Бутуева Е. С. и др. Факторы риска рождения доношенных детей в тяжелой асфиксии. *Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции: в 2х частях*. 2018 *Социально-экономические и естественно-научные парадигмы современности 2018 в 2 частях*. 2018; 409–413.
9. Салов И.А., Маршалов Д. В., Петренко А. П. Зависимость гипоксии плода от уровня внутрибрюшного давления в родах у пациенток с ожирением. 2018; *Акушерство и гинекология*. (2): 50–54.
10. Ветров В.В., Иванов Д. О. Динамический анализ причин перинатальных потерь в некоторых регионах российской федерации в 2012–2015 гг. *Медикосоциальные проблемы семьи*. 2016; 21 (1): 31–36.
11. Нагоев Т.М., Муминова К. Т., Ходжаева З. С. и др. Материнская гемодинамика и преэклампсия. 2020; *Акушерство и гинекология*. (1): 5–11.
12. Панова М.С., Панченко А. С. Факторы риска гипоксическо-ишемической энцефалопатии у доношенных новорожденных детей. *Забайкальский медицинский вестник*. 2017; (4): 84–89.

© Палютина Елена Юрьевна ( reyu260562@mail.ru ), Козловская Ирина Александровна ( kia801980@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## НОВЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ АНЕВРИЗМЫ БРЮШНОЙ АОРТЫ

### A NEW APPROACH TO TREATMENT OF ABDOMINAL AORTIC ANEURISM

**V. Plechev**  
**V. Ishmetov**  
**R. Yusupov**  
**A. Gilemkhanov**

*Summary.* Abdominal aortic aneurysm is one of the most dangerous diseases of the cardiovascular system, so the attention of surgeons is aimed at finding effective methods of its treatment. Purpose of the study was to assess opportunities for improving treatment of abdominal aortic aneurysms. A comparative assessment of the results of surgical treatment of 48 patients with abdominal aortic aneurysms was performed. The main group (n = 24) included patients who used a newly developed device for the formation of venous grafts. The control group (n = 24) consisted of patients treated by standard methods. The frequency of all intra- and postoperative cardiovascular, cerebral and renal complications associated with the duration of aortic clamping was evaluated. As a result, in the patients of the main group, the average blood loss during the operation was significantly lower —  $402.1 \pm 41.6$  ml versus  $437.5 \pm 38.4$  ml in the control group patients ( $p < 0.05$ ). In the main group, specific cardio-cerebral complications were significantly less frequently observed — 4.2% versus 25.0% in the control group ( $p < 0.05$ ). The proposed technique of non-standard tactics for reconstruction of the abdominal aorta regarding its aneurysmal expansion allows to significantly improve the results of the operation.

*Keywords:* abdominal aortic aneurysm, resection, prosthetics, complications.

**Плечев Владимир Вячеславович**  
Профессор, Башкирский государственный  
медицинский университет

**Ишметов Владимир Шамилович**  
Профессор, Башкирский государственный  
медицинский университет

**Юсупов Ринат Хабирович**  
Аспирант, Башкирский государственный  
медицинский университет  
Yusupov\_80@mail.ru

**Гилемханов Альберт Радикович**  
Аспирант, Башкирский государственный  
медицинский университет

*Аннотация.* Аневризма брюшной аорты является одним из наиболее опасных заболеваний сердечно-сосудистой системы, поэтому внимание хирургов направлено на поиск эффективных методов её лечения. Целью исследования стала оценка возможности улучшения лечения аневризмы брюшной аорты. Проведена сравнительная оценка результатов хирургического лечения 48 пациентов с аневризмами брюшной аорты. В основную группу (n=24) вошли пациенты, у которых использовалось новое разработанное устройство для формирования венозных графтов. Контрольную группу (n=24) составили пациенты, лечившиеся по стандартной методике. Оценивалась частота всех интра- и послеоперационных сердечно-сосудистых, мозговых и почечных осложнений, связанных с длительностью пережатия аорты. В результате отмечено, что у пациентов основной группы достоверно ниже был средний объем кровопотери во время операции —  $402,1 \pm 41,6$  мл против  $437,5 \pm 38,4$  мл у пациентов контрольной группы ( $p < 0,05$ ). Так же в основной группе достоверно реже наблюдались специфические кардио-церебральные осложнения — 4,2% против 25,0% в группе контроля ( $p < 0,05$ ). Таким образом, предложенная методика нестандартной тактики реконструкции брюшной аорты по поводу ее аневризматического расширения позволяет достоверно улучшить результаты операции.

*Ключевые слова:* аневризма брюшной аорты, резекция, протезирование, осложнения.

### Актуальность

**А**невризма брюшной аорты — локальное увеличение брюшной аорты, при котором диаметр сосуда увеличивается от 3 и более см. С каждым годом объем аневризматического мешка вырастает на 10%, в результате чего без своевременного лечения происходит истончение и разрыв аневризмы [3]. Подобные клинические ситуации непосредственно угрожают жизни при отсутствии экстренной хирургической помощи или возможных в настоящее время альтернативных миниинвазивных интервенционных эндоваскулярных манипуляций [2].

В связи с неблагоприятным прогнозом, хирургическое лечение аневризматических изменений брюшной аорты весьма актуально.

Впервые эндоваскулярные реконструкции аневризмы инфраренального отдела брюшной аорты у человека были выполнены еще в 1991 году. На сегодняшний день в Российской Федерации отмечается устойчивая тенденция к увеличению количества эндоваскулярных вмешательств при аневризмах брюшного отдела аорты, поскольку данный метод является оптимальным. При имплантации графтов вмешательство осуществляется под местным обезболиванием, кровопотеря в ходе опе-

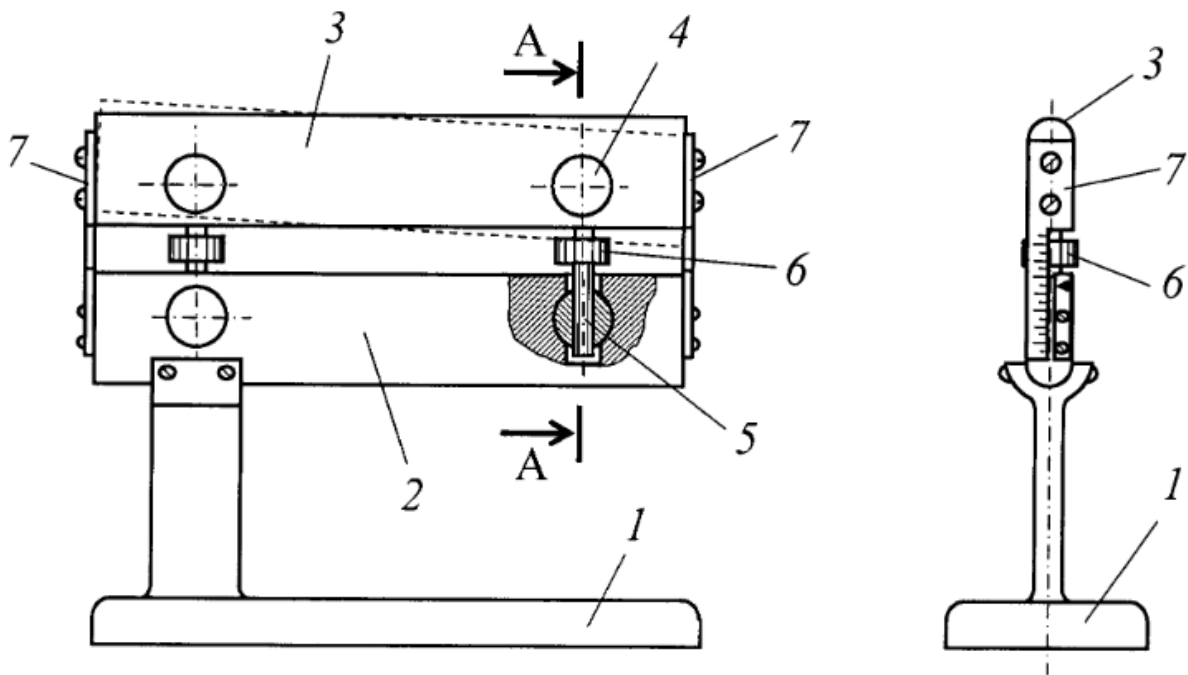


Рис. 1. Схема устройства

- 1 — корпус, 2 — нижняя пластина матрицы; 3 — верхняя пластина матрицы; 4 — резьбовая втулка;  
5 — винтовая стойка с правой и левой резьбой; 6 — рифленый регулировочный ролик;  
7 — шкала указания диаметра формируемого графта.

рации минимальна, отсутствует необходимость в пережатию брюшной аорты, что сводит к минимуму возникновение возможных интра- и послеоперационных осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы, к тому же значительно сокращается продолжительность послеоперационного периода [1, 4, 11].

В 1974 г. была опубликована статья, в которой впервые была описана техника формирования спиральных венозных графтов, в клинической практике первый раз она была применена в 1976 г. D.V. Doty, W.H. Baker и др. для лечения пациента с синдромом верхней полой вены [8]. Уже в XXI веке появились данные об успешном применении спиральных венозных графтов для протезирования брюшной аорты, они позволяют достичь точного соответствия диаметров кондуита и протезируемого сосуда, благодаря чему достигаются гораздо лучшие результаты лечения по сравнению с синтетическими протезами [5, 7, 12].

Несмотря на все преимущества описываемой методики, существуют некоторые проблемы, требующие решения, в частности, внимание исследователей направлено на расширение возможностей инструмента для выполнения графтов любого диаметра, повышение удобства использования инструментов, и, как результат, снижение интра- и послеоперационных осложнений.

#### Цель

Оценить возможности улучшения лечения аневризмы брюшной аорты.

#### Материалы и методы

Под наблюдением находились 48 пациентов с аневризмами инфраренального отдела аорты, лечившихся в Клинике Башкирского государственного медицинского университета в период с 2016 по 2019 гг. В зависимости от методов хирургической коррекции они были разделены на 2 группы. В основную группу вошли 24 пациента, оперированные по разработанной в клинике методике. Согласно данной методике для формирования венозных графтов использовалось специальное устройство (Патент на полезную модель — RU183859 U1 от 19.03.2018).

Устройство для формирования венозных графтов представляет собой корпус с закрепленной на нем матрицей, которая содержит две пластины с закругленными ребрами, установленные в одной плоскости и соединенные винтовыми стойками, содержащими участки с правой и левой резьбой, а торцы пластин снабжены указателями со шкалой диаметров формируемых графтов. Благодаря такой конструкции обеспечивается возможность формирования как цилиндрических, так и конусовидных

Таблица 1. Характеристика исследуемых групп

Показатели	Основная группа	Группа контроля	p
Количество мужчин (абс.,%)	18 (75,0)	16 (66,6)	>0,05
Средний возраст (лет)	64,9±6,2	65,6±5,6	>0,05
Средний диаметр проксимальной части аневризмы (мм)	51,3±3,5	51,2±3,8	>0,05
Средний диаметр максимально расширенной части аневризмы (мм)	64,7±5,1	64,1±4,2	>0,05
Средняя длина аневризмы (мм)	10,9±4,6	10,4±5,1	>0,05
Ишемическая болезнь сердца (абс.,%)	19(79,2)	14 (58,3)	>0,05
Инфаркт в анамнезе (абс.,%)	6 (25,0)	3 (12,5)	>0,05
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе (абс.,%)	5 (20,8)	2(8,3)	>0,05
Сахарный диабет (абс.,%)	9 (37,5)	4 (16,7)	>0,05

Таблица 2. Характеристика исследуемых групп. Сравнительная оценка некоторых операционных показателей у пациентов исследуемых групп.

Сравниваемые параметры	Основная группа	Контрольная группа	p
Продолжительность операции (мин.)	259,1±14,7	256,2±12,4	>0,05
Средняя продолжительность пережатия аорты (мин.)	21,1±2,6	20,2±1,4	>0,05
Среднее время накладывания проксимального анастомоза (мин.)	12,1±0,9	12,3±1,1	>0,05
Среднее время накладывания первого дистального анастомоза (мин.)	11,4±0,8	11,2±0,7	>0,05
Средний объем кровопотери (мл)	402,1±41,6	437,5±38,4	<0,05
АД после пережатия аорты (мм рт. ст.)	152,4±14,1	153,1±14,7	>0,05

Таблица 3. Послеоперационные результаты исследуемых групп

Послеоперационные показатели	Основная группа	Контрольная группа	p
Специфические кардио-церебральные осложнения (абс.,%)	1 (4,2)	6 (25,0)	<0,05
Неспецифические осложнения (абс.,%)	2 (8,2)	6 (25)	>0,05
Летальные исходы (абс.,%)	1 (4,2)	3 (12,5)	>0,05

спиральных венозных графтов диаметром от 15 до 25 мм с бесступенчатым изменением размеров, что соответствует диаметрам крупных сосудов (аорте, крупным магистральным артериям, верхней и нижней полой вене). Также устройство обладает простой конструкцией, позволяющей без затруднений осуществить его сборку и разборку, что упрощает и повышает качество стерилизации.

На рисунке 1 представлена схема устройства.

В контрольную группу вошли 24 пациента, при оперировании которых использовались синтетические протезы.

Обе группы были сопоставимы по полу, возрасту, сопутствующей патологии, локализации и размерам аневризм. Более подробно характеристика групп представлена в таблице 1.

Всем пациентам выполнялись необходимые дополнительные методы исследования согласно клиническим протоколам по ведению пациентов, страдающих аневризмой брюшной аорты.

Для изучения преимуществ и недостатков разработанной методики проводилась сравнительная оценка интра- и послеоперационных показателей.



Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием программ STATISTICA v.10.0. Данные представлены в виде средних значений и стандартных отклонений для непрерывных переменных. Для сравнения количественных данных применяли t критерии Стьюдента, качественные данные оценивались с использованием Хи-квадрата. Достоверными считались результаты при  $p < 0,05$ .

## Результаты

Общая продолжительность операции у пациентов обеих групп были сопоставимыми. Время пережатия аорты так же не отличалось. Не отмечено достоверной разницы при накладывании проксимального анастомоза и уровня АД после пережатия аорты, и пуска кровотока у больных обеих групп (таблица 2).

Обращает внимание разница в объеме кровопотери, который в основной группе был более чем на 30 мл меньше по сравнению с группой контроля. Полученные различия объясняются точным сопоставлением протезируемого сосуда с протезом в области проксимального и дистального анастомоза.

Непосредственные послеоперационные результаты представлены в таблице 3.

Согласно полученным данным, во всех случаях отмечалось достоверно меньшее число специфических осложнений у пациентов, оперированных по разработанной методике.

Частота таких неспецифических осложнений, как нагноение раны ( $n=4$ ) и нарушения мочеиспускания ( $n=2$ ) была так же выше ( $p > 0,05$ ) у пациентов контрольной группы, однако различия не достигли уровня статистической значимости.

Как видно из таблицы, среди пациентов основной группы в 1 (4,2%) случае развились кардио- церебральные осложнения в виде геморрагического инсульта ( $n=1$ ), который послужил причиной летального исхода. Летальные исходы, обусловленные инфарктом миокарда и инсультом, у пациентов контрольной группы были зарегистрированы в 3 (12,5%) случаях ( $p > 0,05$ ).

Выжившие пациенты были выписаны из стационара в сроки от 8 до 19 дней после операции с последующим диспансерным наблюдением.

В отдаленном периоде у пациентов обеих групп случаи летальных исходов не зарегистрированы. Все 44 пациента (23 из основной и 21 из контрольной групп) на момент завершения исследования находились под

контролем кардиолога и сосудистого хирурга и вели обычный образ жизни.

## Обсуждение

Одной из главных задач при реконструкции брюшной аорты по поводу аневризмы становится максимальное уменьшение факторов, влияющих на развитие осложнений и летальных исходов. Значительных успехов в данном направлении удалось достичь благодаря использованию трансплантатов, изготовленных из собственных тканей пациента. Использование техники формирования спиральных венозных графтов, позволяет достичь точного соответствия диаметров протеза и протезируемого сосуда, что в дальнейшем существенно снижает количество осложнений и улучшает прогноз пациента [7].

В качестве матрицы для формирования спиральных венозных графтов предлагалось использовать различные приспособления: двухпросветную венозную канюлю для аппарата искусственного кровообращения, торакальную дренажную трубку с наружным диаметром от 6,7 до 11,3 мм, бужи (расширители, дилататоры) Гегара [8, 10].

Однако все вышеперечисленные приспособления имеют ряд недостатков. Во-первых, диаметр крупных сосудов, таких как аорта, верхняя и нижняя полые вены, в норме может достигать 25 мм, и ни одно из этих приспособлений не позволяет сформировать спиральный венозный графт такого диаметра. Диаметр формируемого на этих аналогах графта может не соответствовать протезируемому сосуду, что повышает вероятность стеноза в области анастомоза и, как следствие, приводит к ишемии дистально расположенных органов и тканей. Во-вторых, при протезировании большого участка сосуда предпочтительней использовать конусовидный протез для более точного сопоставления протезируемого сосуда с протезом в области проксимального и дистального анастомоза, что невозможно при использовании перечисленных приспособлений. При формировании цилиндрического графта диаметром, равным проксимальному концу сосуда, в области дистального анастомоза неизбежен избыток диаметра спиральной конструкции, в результате чего при сшивании двух концов образуются фестоны и карманы, через которые возможно подтекание крови и образование пристеночных тромбов.

В проведенном исследовании количество пери- и пост-операционных осложнений при использовании предложенной методики минимально. Соответственно в дальнейшем, мы можем прогнозировать снижение риска развития стенозов, тромбозов и прочих интра- и послеоперационных осложнений для пациента. Также устройство обладает простой конструкцией, позволяющей без затруднений осуществить его сборку и разбор-

ку, что упрощает и повышает качество стерилизации, минимизируя риск инфекционных осложнений.

### Заключение

С помощью предложенной методики возможно сформировать индивидуальные сосудистые протезы

из собственной венозной ткани большого диаметром, точно соответствующим протезируемому сегменту, обладающие резистентностью к инфекции. Техника проста, легко воспроизводима, однако, для того чтобы определить место предложенного инструмента в реальной клинической практике, необходимо провести дополнительные экспериментальные исследования.

---

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алесян Б.Г., Григорьян А. М., Стаферов А. В. Состояние рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения в Российской Федерации (2016 г.). Эндovasкулярная хирургия. 2017; 4 (2): 75–92.
2. Ашер Э. Сосудистая хирургия по Хаймовичу. М.: ОАО «Издательство «БИНОМ.Лаборатория знаний». 2012; 531.
3. Каплан М.Л., Андреева Д. Д., Фолитарик В. И. Аневризма брюшной аорты и ее осложнения. Синергия наук. 2017; 10:895–899.
4. Кокоев В.Г., Сасина Е. В., Поляк М. И. и др. Имплантация стент-графта при аневризме брюшного отдела аорты. Главный врач. 2015; 3 (45):36–39.
5. Aerts P.D., van Zitteren M., Van Kasteren M. E. et al. Report of two in situ reconstructions with a saphenous spiral vein graft of Coxiella burnetii-infected aneurysms of the abdominal aorta. J. Vasc. Surg. 2013; 57(1):234–7.
6. Chiu K.M., Chu S. H., Chen J. S. et al. Spiral saphenous vein graft for portal vein re-construction in pancreatic cancer surgery. Vasc. Endovascular. Surg. 2007; 41(2):149–52.
7. Chiu C.J., Terzis J., MacRae M. L. Replacement of superior vena cava with the spiral composite vein graft. A versatile technique. Ann Thorac Surg. 1974; 17(6):555–60.
8. Doty D.B., Baker W. H. Bypass of superior vena cava with spiral vein graft. Ann Thorac Surg. 1976. Nov.; 22(5):490–3.
9. Hagino R.T., Bengston T. D., Fosdick D. A. et al. Venous reconstructions using the superficial femoralpopliteal vein. J. Vasc. Surg. 1997; 26: 829–837.
10. Koga Y., Tomita M., Shibata K. et al. An experience using spiral vein graft as arterial substitute. Jpn. J. Surg. 1981; 11:305–9.
11. Neufang A., Savvidis S. Operative technique and morbidity of superficial femoral vein harvest. Gefasschirurgie. 2016; 21 (Suppl. 2): 45–54.
12. van Zitteren M., van der Steenhoven T. J., Burger D. H. et al. Spiral vein reconstruction of the infected abdominal aorta using the greater saphenous vein: preliminary results of the Tilburg experience. Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. 2011; 41(5):637–46.

---

© Плечев Владимир Вячеславович, Ишметов Владимир Шамилевич,  
Юсупов Ринат Хабибович ( Yusupov\_80@mail.ru ), Гилимханов Альбери Радикович.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОСОБЕННОСТИ ПАТОГЕНЕЗА И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ

## FEATURES OF PATHOGENESIS AND PHARMACOLOGICAL THERAPY OF PATIENTS WITH DIABETIC ENCEPHALOPATHY

**K. Popova  
A. Ryzhov  
Y. Danilova  
A. Malynina  
I. Sychev  
N. Prokopova  
L. Belova  
I. Shuligina**

*Summary.* This article addresses the issues of epidemiology, pathogenesis, and clinical manifestations of such a frequent complication of diabetes as diabetic encephalopathy. The question of the need for early diagnosis of diabetic encephalopathy is discussed, since its later detection leads to social maladaptation and disability of patients. Several mechanisms of the formation of this complication are considered, among which special attention is paid to the theory of oxidative stress. Particular attention is paid to the pathogenesis substantiation of adequate medical correction of clinical manifestations by such groups of drugs as antioxidants, drugs that improve cerebral circulation, nootropics, neuroprotectors, neurotransmitters, peptides. The question of the need to create uniform algorithms for the provision of specialized medical care to patients with diabetic encephalopathy is discussed.

*Keywords:* diabetes mellitus, diabetic encephalopathy, cognitive impairment, oxidative stress, antioxidants.

**Попова Ксения Александровна**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет имени  
Н. П. Огарева», Саранск  
kseniapopova08@mail.ru

**Рыжов Артем Владимирович**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет имени  
Н. П. Огарева», Саранск

**Данилова Яна Андреевна**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет имени  
Н. П. Огарева», Саранск

**Малынина Ангелина Владимировна**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет имени  
Н. П. Огарева», Саранск

**Сычев Иван Витальевич**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский Мордовский государственный  
университет имени Н. П. Огарева», Саранск

**Проконова Наталья Николаевна**

Врач-терапевт, ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский Мордовский государственный  
университет имени Н. П. Огарева», Саранск

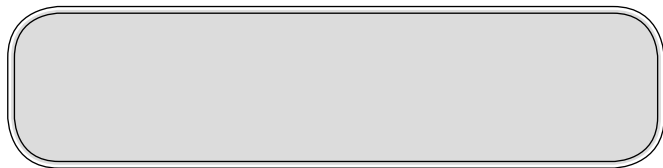
**Белова Людмила Александровна**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский Мордовский государственный  
университет имени Н. П. Огарева», Саранск

**Шулигина Ирина Васильевна**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский Мордовский государственный  
университет имени Н. П. Огарева», Саранск

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены вопросы эпидемиологии, патогенеза, клинических проявлений такого частого осложнения сахарного диабета, как диабетическая энцефалопатия. Обсуждается вопрос о необходимости ранней диагностики диабетической энцефалопатии, так как позднее ее обнаружение приводит к социальной дезадаптации и инвалидизации пациентов. Рассматривается несколько механизмов формирования данного осложнения, среди которых особое внимание уделяется теории оксидативного стресса. Особое внимание уделяется патогенетическому обоснованию адекватной медикаментозной коррекции клинических проявлений такими группами препаратов, как антиоксиданты, препараты, улучшающие мозговое кровообращение, ноотропы, нейропротекторы, нейротрансмиттеры, пептиды. Обсуждается вопрос о необходимости создания единых алгоритмов оказания



**П**о данным ВОЗ на сегодняшний день сахарным диабетом (СД) страдают 422 млн. человек. СД представляет собой группу метаболических заболеваний, характеризующуюся хронической гипергликемией вследствие нарушений секреции инсулина, действия инсулина или обоих факторов [1]. Низкая приверженность больных к медикаментозной терапии и коррекции образа жизни значительно увеличивает риск возникновения осложнений и даже смерти. Наиболее серьезными осложнениями СД являются системные поражения сосудов — нефропатии, ретинопатии, поражение сосудов нижних конечностей, сердца и головного мозга.

В последние годы все более пристальному вниманию подвергается вопрос о поражении центральной нервной системы (ЦНС), а именно диабетической энцефалопатии (ДЭ), характеризующейся электрофизиологическими, структурными, нейрохимическими и дегенеративными изменениями нейронов, которые приводят к ограничениям когнитивного функционирования [2]. В современной науке до сих пор остается дискуссионным вопрос о патогенезе и клинической картине когнитивных нарушений при СД, несмотря на то, что данные аспекты изучаются уже несколько десятков лет. При этом большая часть авторов выделяет несколько наиболее возможных механизмов патогенеза когнитивных расстройств при СД.

Гипергликемия с индуцированным ею образованием свободных радикалов считается основным фактором развития окислительного стресса [3]. При развитии гипоксии и дефицита энергии происходит нарушение переработки кислорода оксидазами, когда возникает акцептирование 4 электронов и последующее образование  $H_2O$ , вследствие чего запускается оксигеназный механизм утилизации кислорода, но полного восстановления по 4 электронам не происходит, и на молекулярной орбите кислорода остается неспаренный электрон. Так как увеличение образования внутриклеточной глюкозы приводит к увеличению количества доноров электронов, образующихся в цикле Кребса, происходит рост потенциала внутренней мембраны митохондрий, который связан с формированием митохондриальной дисфункции и увеличением образования активных форм кислорода (АФК). Вследствие того, что мозг способен утилизировать лишь 20–25% получаемого организмом кислорода, преобразование нейронами даже 0,05% метаболизируемого кислорода в АФК является крайне

специализированной медицинской помощи больным с диабетической энцефалопатией.

*Ключевые слова:* сахарный диабет, диабетическая энцефалопатия, когнитивные нарушения, оксидативный стресс, антиоксиданты.

токсичным для нервной ткани, что в свою очередь приводит к усилению процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) при сниженной активности специализированных антиоксидантных систем. Наиболее ярко это проявляется в нейронах гиппокампа [4], который играет основную роль в координации высших когнитивных функций ЦНС [5]. Считается также, что при оксидативном стрессе происходит активация регенеративных полимераз, блокирующих основной механизм утилизации глюкозы, вследствие чего происходит избыточное накопление промежуточных продуктов обмена, приводящее к нарушению физиологического окислительно-восстановительного равновесия [6]. Эти промежуточные продукты обмена приводят к активизации полиолового пути обмена глюкозы. Когда внутриклеточная глюкоза повышается, усиливается активность альдозоредуктазы и происходит образование сорбита, который может быть окислен до фруктозы сорбитолдегидрогеназой. Следовательно, происходит накопление сорбита, что приводит к повышенному осмотическому давлению, накоплению фруктозы и уменьшению восстановленной формы никотинамида аденина динуклеотид фосфата (НАДФ). Эти изменения приводят к блокировке восстановления дисульфида глутатиона (окисленная форма) до глутатиона, тем самым способствуя окислительному стрессу и вызывая повреждение клетки [7].

Помимо того, происходит активизация таких ферментов, как протеинкиназы C, а также образование большого количества конечных продуктов избыточного гликирования (AGEs), которые образуют связи с рецепторными белками (RAGEs) и нарушающих функции клеток, активизация ядерного фактора  $\kappa B$  (NF $\kappa$ B), приводящая к изменению реологических свойств крови. В конечном итоге окислительный стресс вызывает повреждение клеточных белков, мембранных липидов и нуклеиновых кислот, что приводит к апоптозу клеток и хроническому воспалению нервной ткани, с чем и связано снижение когнитивных способностей [8]. Хроническое воспаление нервной ткани, в свою очередь, характеризуется повышенными уровнями воспалительных цитокинов — ФНО- $\alpha$ , ИЛ-6, СРБ, что может наблюдаться у людей с инсулинорезистентностью и диабетом [9]. В экспериментальном исследовании у мышей с диабетом было выявлено нарушение памяти пространственного распознавания (гиппокамп-зависимая задача), которое было связано с увеличением провоспалительных цитокинов и снижением экспрессии нейротрофи-

ческого фактора мозга (BDNF) в гиппокампе [10]. В этом направлении появляются свидетельства того, что воспаление и его последующие изменения мозга являются одним из ключевых патогенетических факторов нейродегенеративных заболеваний. Кроме увеличения количества свободных радикалов и провоспалительных цитокинов также наблюдается нарушение функционирования антиоксидантных ферментов (глутатиона и Mn-супероксиддисмутазы) [11] и утолщение стенки сосудов микроциркуляторного русла.

Помимо того, при СД происходит нарушение основных показателей реологических свойств крови (увеличение вязкости крови, патологическая гиперагрегация эритроцитов, снижение способности эритроцитов к деформации), что также является звеном патогенеза ДЭ. Таким образом, вследствие нарушения реологических свойств крови и всех видов обмена, повышается риск развития атеросклероза церебральных сосудов и регионарное изменение мозгового кровообращения. Данные МРТ позволяют выявить различные изменения мозга: лакунарные инфаркты, атрофия мозговой ткани, инфаркты гиппокампа, которые могут привести к возникновению клинической картины когнитивных нарушений, что позволяет предположить сосудистый генез поражения мозга при СД [12].

Не исключается также прямое влияние дефицита инсулина и инсулинорезистентности на поражение тканей головного мозга. Инсулин играет важную роль в многочисленных процессах в мозге, таких как метаболические, нейромодулирующие и нейроэндокринные, а также в процессах обучения и памяти [13]. Инсулин действует на ЦНС посредством связывания со специфическими клеточными рецепторами инсулина и инсулиноподобным фактором роста 1 (ИФР-1), которые выборочно распределены по ЦНС (например, гипоталамус, гиппокамп). После того, как инсулин связывается с этими рецепторами, запускаются сигнальные пути, включающие фосфоинозитид-3-киназу (PI3-K) и MAPK [14], которые являются наиболее актуальными из участвующих в процессах обучения и памяти. В норме инсулин, выделяющийся из  $\beta$ -клеток поджелудочной железы переносится кровью через гематоэнцефалический барьер (ГЭБ) посредством специальных переносчиков (GLUT), а особенно GLUT1. Однако возникновение инсулинорезистентности при СД 2 типа приводит к нарушению транспорта инсулина в мозг, и как следствие снижению уровня глюкозы в гиппокампе, так как существует теория о том, что проникновение глюкозы в гиппокамп происходит инсулинозависимым путем. Длительное снижение уровня глюкозы в гиппокампе приводит к развитию когнитивных нарушений, а с течением времени и к развитию атрофических процессов в тканях головного мозга [14].

В настоящее время ДЭ не выделена в качестве самостоятельной нозологической единицы в МКБ-10, наиболее часто в клинической практике используются коды I67.8 – другие уточнённые поражения сосудов мозга, G93.8 – другие уточнённые поражения головного мозга, G93.4 – энцефалопатия неуточнённая. Также отсутствует стандарт оказания специализированной медицинской помощи больным с ДЭ. Однако в наше время проблема терапии когнитивных нарушений стоит достаточно остро из-за трудной и поздней диагностики и отсутствия комплексного подхода к лечению таких больных.

Кроме основного лечения пациентов пероральными сахароснижающими препаратами или инсулинотерапией для комплексного лечения больных с ДЭ требуется применение патогенетической терапии, в частности, воздействующей на оксидативный стресс. Одними из наиболее перспективных препаратов данного действия являются препараты тиоктовой кислоты. Тиоктовая кислота является мощным липофильным антиоксидантом, который инактивирует свободные радикалы, являясь в некотором смысле «капканом» для них. Также выступая донором SH-группы и замещая восстановленный глутатион в реакциях, обеспечиваемых глутатионпероксидазой, он способствует нормализации функции глутатионовой системы антирадикальной защиты. За счет антиоксидантного эффекта тиоктовой кислоты происходит более эффективная репарация молекул ДНК после повреждения в результате оксидативного стресса. В результате тиоктовая кислота оказывает благоприятное влияние на обмен белков, углеводов и холестерина [18], что позволяет рассматривать тиоктовую кислоту в качестве препарата первой линии патогенетической терапии ДЭ [19], которую необходимо ввести в стандарт оказания специализированной медицинской помощи при ДЭ. Помимо того, что тиоктовая кислота уменьшает окислительный стресс, также она способна предотвратить образование конечных продуктов гликирования, уменьшить активацию транскрипционного фактора Nf-kB, улучшить степень компенсации СД и нормализовать уровень гликемии [15, 16]. Также тиоктовая кислота стимулирует поглощение глюкозы периферическими тканями, влияя на активирование и транслокацию GLUT – переносчиков инсулина через ГЭБ [17]. По результатам многоцентровых рандомизированных исследований ALADIN Study (Alpha – Lipoic Acid in Diabetic Neuropathy) и DEKAN Study (Deutsche Kardiale Autonome Neuropathie) была выявлена высокая эффективность данного препарата при лечении больных с различными формами диабетической нейропатии, в том числе и ДЭ.

К еще одним препаратам с антиоксидантным действием относят производные 3-гидроксипиридина и янтарной кислоты (мексидол, реамберин, эмоксипин),

которые свободно проникают через ГЭБ, ингибируют свободнорадикальное окисление клеточных мембран, способствуют восстановлению активности эндогенной антиоксидантной системы и повышению резистентности липопротеинов к ПОЛ [20]. Результаты сравнительного анализа влияния мексидола и эмоксипина на когнитивные функции больных с ишемией мозга на фоне СД свидетельствуют, что применение данных препарата приводит к коррекции клинических проявлений когнитивной дисфункции и увеличению IQ [21].

Следующей группой препаратов, влияющей на патогенетическое звено ДЭ являются препараты, улучшающие мозговое кровообращение. Одним из таких препаратов является винпоцетин, алкалоид барвинка. Он увеличивает мозговой кровоток за счет снижения вязкости крови и плазмы, уменьшения агрегации тромбоцитов и внутрисосудистой коагуляции, и увеличения деформируемости эритроцитов [22]. Винпоцетин увеличивает транспорт глюкозы в ткань мозга и является нейропротектором за счет увеличения захвата и потребления кислорода. Сходным эффектом обладает также пентоксифиллин, ингибитор фосфодиэстеразы 4 типа. Он действует, главным образом, за счет увеличения деформируемости эритроцитов, уменьшения вязкости крови, снижения вероятности агрегации тромбоцитов и образования тромбов. В исследовании А. В. Муравьева и соавторов [23] при инкубации эритроцитов с пентоксифиллином в течение 15 минут при помощи метода оптической микроскопии было выявлено снижение всех трех показателей агрегации эритроцитов (индекс агрегации, размер агрегатов и скорость агрегатообразования) и вязкости суспензии. Также в эту группу можно отнести ницерголин — синтетическое производное алкалоидов спорыньи с бромзамещенным остатком никотиновой кислоты. Его эффект заключается в выраженной вазодилатации вследствие ингибирования альфа-адренорецепторов сосудов. Помимо того, ницерголин положительно воздействует на метаболизм нейронов, активацию адренэргических, холинэргических и дофаминэргических систем ГМ, подавляет гибель клеток и улучшает обмен веществ в мозге в состояниях ишемии и гипоксии.

К следующей группе препаратов можно отнести ноотропы с преимущественным мнестическим эффектом, а именно рацетамы — препараты преимущественно метаболического действия — пирацетам, тиоцетам, оксирацетам. Пирацетам используется уже в течение многих лет в качестве «усилителя памяти». Пирацетам является стимулятором ЦНС без известных токсических или вызывающих привыкание свойств, он увеличивает кровоток на уровне капилляров, а также увеличивает соотношение АТФ/АДФ, оказывая тем самым прямой метаболический эффект в мозге.

К группе нейропротекторов в свою очередь относят активаторы метаболизма (депротеинизированный гемодериват крови телят), стимуляторы нейротрансмиссии (холина альфосцерат) и вещества, влияющие на систему ГАМК (никотиноил гамма-аминомасляная кислота, аминифенилмасляная кислота). В целом в основе действия нейропротекторов лежит несколько основных механизмов [24]: улучшение утилизации глюкозы, усиление синаптической передачи в ЦНС, мембраностабилизирующее, антиоксидантное действие, антигипоксическое и собственно нейропротективное (повышение устойчивости нервных клеток к повреждению) [25]. Данная группа препаратов, стимулируя обменные процессы в нервной ткани и взаимодействуя с нейромедиаторными системами в мозге, способствует улучшению основных когнитивных функций.

Одним из нейропротекторов является депротенизированный гемодериват крови телят, эффекты которого заключаются в активации метаболизма, улучшении гемодинамики и нормализации обмена углеводов [26]. В условиях ишемии и гипоксии он стимулирует утилизацию кислорода и глюкозы, и улучшает энергетическое обеспечение нейронов посредством увеличения синтеза макроэргических соединений. За счет наличия гликолипидной фракции, вызывающей активацию переносчиков в мембране, один из которых осуществляет перенос глюкозы через ГЭБ, происходит улучшение энергетического обеспечения мозга вследствие увеличения содержания глюкозы. При терапии данным активатором метаболизма происходит нивелирование некоторых клинических признаков ДЭ — улучшаются память, концентрация, внимание, [27] уменьшаются головные боли.

К нейротрансмиттерным препаратам относится холина альфосцерат, который включен в подгруппу холинэргических [28]. Согласно экспериментальным исследованиям при хронической гипергликемии помимо гибели нейронов коры головного мозга и гиппокампа происходит уменьшение синтеза такого нейромедиатора, как ацетилхолин (АХ). В связи с этим перспективным является лечение когнитивной дисфункции при СД при помощи воздействия на холиновый обмен в ЦНС за счет антихолинэстеразных препаратов и донаторов, при поступлении которых в головной мозг происходит увеличение содержания холина. В качестве предшественника ацетилхолина используется холина альфосцерат (ХАФ), который свободно проходит через ГЭБ и в головном мозге расщепляется на холин и глицерофосфат. Затем из холина происходит синтез ацетилхолина, некоторых сигнальных молекул и липидов, необходимых для построения клеточных мембран. Глицерофосфат в свою очередь является предшественником фосфатидилхолина, который входит в состав клеточных мембран и при повреждении которого происходит образование ток-

сичных свободных радикалов. Таким образом фосфатидилхолин способствует репарации мембран нейронов [29]. В экспериментальных исследованиях на животных было выявлено, что ХАФ усиливает выделение АХ в гиппокампе, тем самым улучшая когнитивные функции. Существует 14 клинических исследований (в том числе многоцентровое открытое исследование, проведенное в Италии), в которых было выявлено положительное влияние на память, внимание, настроение пациентов при деменции сосудистого и нейродегенеративного генеза [30].

К нейрометаболическим препаратам можно отнести цитиколин, который является промежуточным метаболитом в синтезе одного из структурных компонентов клеточной мембраны — фосфатидилхолина. К спектру его действия относят: репарацию клеточных мембран, препятствие образованию свободных радикалов, ингибирование деградации фосфолипидов и одновременно усиление их синтеза, воздействие на механизмы апоптоза, что способствует предотвращению гибели клеток. В исследовании зарубежных авторов была доказана эффективность цитиколина при когнитивных нарушениях у пожилых лиц [31] — после курса лечения данным препаратом больные отмечали улучшение памяти и нормализацию сна. Кроме того у данного препарата крайне редко наблюдаются побочные явления и указывается его безопасность при комбинации с препаратами других групп, что позволяет рекомендовать его для применения у пожилых пациентов с хронической ишемией мозга на фоне АГ, ИБС, СД или метаболического синдрома (МС). Эти данные были подтверждены в ходе многоцентрового рандомизированного двойного слепого плацебоконтролируемого клинического исследования [32].

Также к веществам, воздействующим на патогенетические звенья ДЭ, можно отнести пептиды, а именно комплекс пептидов, получаемых из головного мозга свиньи, который оказывает ноотропное действие. Он содержит биологически активные нейропептиды, которые непосредственно поступают к нервным клеткам,

проникая через ГЭБ, что обеспечивает прямую метаболическую регуляцию, нейропротекцию и нейромодуляцию [33]. Данный комплекс способен усиливать синтез белка внутри клетки, предотвращать образование свободных радикалов, повышать устойчивость мозговой ткани к ишемии и гипоксии, а также восстанавливать и улучшать когнитивные функции.

Исходя из того, что при оксидативном стрессе возникает эндотелиальная дисфункция, имеющая важное значение в патогенезе когнитивных дисфункций, возможно применение препаратов, влияющих непосредственно на эндотелий сосудов. К таким препаратам можно отнести комбинированный препарат, состоящий из двух основных компонентов — релиз-активных форм антител к нейроспецифическому белку S100 и эндотелиальной NO-синтазе. Антитела (АТ) к эндотелиальной NO-синтазе повышают активность фермента эндотелиальной NO-синтазы, восстанавливают выработку оксида азота (NO) клетками эндотелия, устраняют его дисфункцию, влияют на NO-зависимую вазодилатацию и оказывают ангиопротекторное действие. АТ S100 способствуют нормализации процессов активации и торможения в ЦНС, ингибируют ПОЛ, улучшают память и внимание [34] вследствие антиоксидантного, нейропротекторного и антигипоксантного эффекта. Синергичное действие компонентов данного препарата способствует восстановлению когнитивных функций, а также нивелирует проявления астеновегетативного синдрома.

Таким образом, можно сделать вывод, что существует множество препаратов, применяемых для лечения клинических проявлений ДЭ, однако наибольшая эффективность наблюдается именно у препаратов, воздействующих на основные звенья патогенеза данного осложнения СД. Однако вследствие трудной диагностики ДЭ на ранних стадиях данные препараты не способны оказать должного терапевтического эффекта при более тяжелой степени когнитивных нарушений. Решением данной проблемы может стать создание единых алгоритмов ранней диагностики и лечения для больных с диабетической энцефалопатией.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дедов И.И., Шестакова М.В. Сахарный диабет. — М., 2003.
2. Brands A, Kessels R, de Haan E, Kappelle LJ, Biessels GJ. Cerebral dysfunction in type I diabetes: effects of insulin, vascular risk factors and blood-glucose levels. *Eur J Pharmacol.* 2004;490:159–168.
3. Аметов А.С., Соловьева О.Л. Окислительный стресс при сахарном диабете 2-го типа и пути его коррекции. *Проблемы эндокринологии.* 2011;(6):52–6.
4. Dinel A.L., André C, Aubert A, Ferreira G, Layé S, Castanon N. Cognitive and emotional alterations are related to hippocampal inflammation in a mouse model of metabolic syndrome. *PLoS One.* 2011;6: e24325.
5. Brookes P.S., Levenon A-L, Shiva S, Sarti P, Darley-Usmar VM. Mitochondria: regulators of signal transduction by reactive oxygen and nitrogen Free Radical Biology and Medicine. 2002;33(6):755–764. doi: 10.1016/s0891–5849(02)00901–2
6. Brownly M. Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications. *Nature* 2001;414:813–20.

7. Tomlinson D, Gardiner N. Glucose neurotoxicity. *Nature*. 2008;9:36–43.
8. Sohal R. S. Role of oxidative stress and protein oxidation in the aging process. *Free Radic Biol Med*. 2002;33:37–44.
9. Есин Р.Г., Хайрулин И.Х., Есин О. Р. Современные представления о механизмах когнитивных расстройств при сахарном диабете. *Медицинский альманах*. 2013;1(25):135–138.
10. Schenk S, Horowitz J.F. Acute exercise increases triglyceride synthesis in skeletal muscle and prevents fatty acid-induced insulin resistance. *J Clin Invest*. 2007;117:1690–1698.
11. Cardoso S., Santos M. S., Seica R. et al. Cortical and hippocampal mitochondria bioenergetics and oxidative status during hyperglycemia and/or insulin-induced hypoglycemia. *Biochim Biol Acta* 2010;1802:942–51.
12. Manschot S.M., Augustina M. A., Brands A. et al. Brain magnetic resonance imaging correlates of impaired cognition in patients with type 2 diabetes. *Diab Care* 2006;55:1106–13.
13. de la Monte SM. Insulin resistance and Alzheimer's disease. *BMB Rep*. 2009;42:475–481.
14. Gasparini L, Xu H. Potential roles of insulin and IGF-1 in Alzheimer's disease. *Trends Neurosci*. 2003;26:404–406.
15. Mohamed A.K., Bierhaus A., Schiekofe S. et al. The role of oxidative stress and NF-kappaB activation in late diabetic complications // *Biofactors*. 1999; 10: 2–3: 157–167.
16. Свободно-радикальное окисление и антиоксидантная защита при сахарном диабете. Пособие для врачей / Под ред. Дедова И. И. М.: 2003; 40.
17. Konrad D., Somwar R., Sweeney G., Yaworsky K., Hayashi M., Ramlal T., Klip A. The antihyperglycemic drug alpha-lipoic acid stimulates glucose uptake via both GLUT4 translocation and GLUT4 activation: potential role of p38 mitogen-activated protein kinase in GLUT4 activation // *Diabetes*. 2001; 50: 1464–1471.
18. Строков И.А., Головачева В. А., Фокина А. С. Эффективность препаратов альфа-липоевой кислоты при диабетической полинейропатии. *Эффективная фармакотерапия* 2013;29:38–46.
19. Varkonyi T., Kempler P. Diabetic neuropathy: new strategies for treatment. *Diabetes, Obesity and Metabolism* 2008; 10: 99–108.
20. Воронина Т. А. Мексидол: спектр фармакологических эффектов. *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2012;12:86–90.
21. Волчегорский И.А., Мирошниченко И. Ю., Рассохина Л. М., Малкин М. П., Файзулин Р. М., Пряхина К. Е., Калугина А. В. Антидепрессивное действие производных 3-оксипиридина и янтарной кислоты в эксперименте. *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2015;115(2):48–52. doi: 10.17116/jnevro20151152148–5.
22. Сапари, Л. Влияние кавинтона на реологические свойства крови у больных с хронической цереброваскулярной недостаточностью / Л. Сапари, М. Сер // *Международный неврологический журнал*. — 2005. — № 2. — С. 16–20.
23. Муравьев А.В., Чучканов Ф. А., Тихомирова И. А. и др. Сравнительная гемореологическая эффективность Трентала и его генерических копий // *Клин. фармакол. тер.* — 2005; 14 (5): 32–34.
24. Бурчинский, С. Г. Современные подходы к нейропротекции / С. Г. Бурчинский // *Новости медицины и фармации*. — 2004. — № 10–11. — С. 6–7.
25. Воронина, Т. А. Роль синаптической передачи в процессах памяти, нейродегенерации и механизме действия и нейротропных препаратов / Т. А. Воронина // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. — 2003. — № 2. — С. 10–14.
26. Терапевтическая коррекция диабетической полинейропатии и энцефалопатии актовегином / И. А. Строков, Ф. Э. Моргуева, К. И. Строков, А. С. Аметов // *Міжнародний ендокринологічний журнал*. — 2007. — № 2. — С. 59–64.
27. Моргуева, Ф. Э. Диабетическая энцефалопатия и полинейропатии: терапевтические возможности актовегина. / Ф. Э. Моргуева, А. С. Аметов, И. А. Строков // *Российский медицинский журнал*. — 2005. — Т. 13, № 6. — С. 302–304.
28. Traini E, Bramanti V, Amenta F. Choline alphoscerate (alpha-glyceryl-phosphoryl-choline) an old choline-containing phospholipid with a still interesting profile as cognition enhancing agent. *Current Alzheimer Research*. 2013;10(10):1070–1079. doi: 10.2174/15672050113106660173
29. Tayebati S.K., Amenta F. Choline-containing phospholipids: relevance to brain functional pathways. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2013;51(3). doi: 10.1515/cclm-2012–0559.
30. Ушкалова Е.А., Ушкалова А. В. Фармакотерапия когнитивных нарушений различного генеза: современное состояние и перспективные направления. *Русский медицинский журнал*. 2014;22:1613–1617.
31. Alonso de Lecinana M., Gutierrez M. et al. Effect of combined therapy with thrombolysis and citicoline in a rat model of embolic stroke // *J. neurol sci.* — 2006. — № 247. — P. 121–129.
32. Oral citicoline in acute ischemic stroke. An individual patient data pooling analysis of clinical trial / A. Davalos, J. Castillo, J. Alvarez-Sabin [et al] // *Stroke*. — 2002. — Vol. 33. — P. 2850–2857.
33. Зозуля В. П. Сучасні принципи діагностики та лікування хворих із гострими порушеннями мозкового кровообігу: метод. рекомендації / М-во охорони здоров'я України, Академія мед. наук — Київ, 2005. — 63 с.
34. Танаева К.К., Дутина Ю. Л., Качаева Е. В., Эпштейн О. И. Перспективы применения препарата диваза в терапии хронической ишемии головного мозга. *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2014;114:9:100–103.

© Попова Ксения Александровна (kseniapopova08@mail.ru), Рыжов Артем Владимирович,  
Данилова Яна Андреевна, Малынина Ангелина Владимировна, Сычев Иван Витальевич,  
Прокопова Наталья Николаевна, Белова Людмила Александровна, Шулигина Ирина Васильевна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ПРИМЕНЕНИЕ АМНИОТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ В ЛЕЧЕНИИ ДИАБЕТИЧЕСКИХ ЯЗВ СТОПЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

## APPLICATION OF THE AMNIOTIC MEMBRANE IN THE TREATMENT OF DIABETIC FOOT ULCERS REVIEW OF LITERATURE

**O. Rodin  
I. Kolosunin  
S. Kozlov  
P. Parkin  
A. Melysheva**

*Summary.* A common complication of diabetes is diabetic foot ulcers. Ineffective treatment of this disease presents a serious medical dilemma for both patients and doctors, and creates a financial burden on the health care system. Despite the efforts of doctors, chronic diabetic foot ulcers are difficult or impossible to treat with standard medical care alone. For decades, the human amniotic membrane, consisting of the amnion and chorion, has shown high therapeutic potential, but only modern conservation methods have contributed to its wider use. Literature sources indicate that the amniotic membrane is effective in the treatment of chronic ulcers.

The purpose of this review is to evaluate the effectiveness of using the amniotic membrane for the treatment of diabetic foot ulcers in conjunction with standard treatment.

*Conclusions:* in General, a review of clinical studies showed that patients who received standard treatment in conjunction with the amniotic membrane, the healing rate of ulcers was higher than only with standard therapy. Additional tests are required to study the therapeutic effect of amnion / chorion membrane products (drugs or coatings).

*Keywords:* Diabetes mellitus, amniotic membrane, diabetic ulcers, standard therapy, wound care, growth factors.

**Родин Олег Васильевич**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева»  
rodin1oleg@gmail.com

**Колосунин Иван Александрович**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева»  
kolosunin\_ivan@mail.ru

**Козлов Сергей Александрович**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский Мордовский государственный  
университет им. Н. П. Огарева»  
kozlovsa14@yandex.ru

**Паркин Павел Николаевич**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева»  
parkin.p2000@yandex.ru

**Мелишева Анна Николаевна**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева»  
anna.melisheva@yandex.ru

*Аннотация.* Частым осложнением сахарного диабета являются диабетические язвы стопы. Малоэффективное лечение данной патологии представляет собой серьезную медицинскую дилемму как для пациентов, так и для врачей и создает финансовую нагрузку на систему здравоохранения. Несмотря на усилия врачей, хронические диабетические язвы стопы трудно или вовсе не поддаются лечению только с помощью стандартной медицинской помощи. В течение десятилетий амниотическая мембрана человека, состоящая из амниона и хориона, показала высокий терапевтический потенциал, но только современные методы консервации способствовали ее более широкому использованию. Литературные источники свидетельствуют, что амниотическая мембрана эффективна в лечении хронических язв.

Цель этого обзора – по данным литературы оценить эффективность применения амниотической мембраны для лечения диабетических язв стопы совместно со стандартным лечением.

Выводы: в целом обзор клинических исследований показал, что у пациентов, получавших стандартное лечение совместно с амниотической мембраной, скорость заживления язв была выше, чем только при стандартной терапии. Требуется дополнительные испытания, необходимые для изучения



**Д**иабетические язвы стопы (ДЯС) — это сложные хронические раны, которые оказывают значительное долгосрочное влияние на заболеваемость, смертность и качество жизни пациентов.

## Введение

Число больных сахарным диабетом (СД) неуклонно растет с каждым годом. По оценкам экспертов, в 2011 году около 366 миллионов человек — 7% населения мира — страдают СД, причем примерно 80% из них живут в развивающихся странах. Ожидается, что к 2030 году это число возрастет до 552 миллионов человек (8,3% населения мира) [2]. Осложнения СД также являются растущей проблемой общественного здравоохранения.

В целом, СД имеет высокий уровень заболеваемости и смертности из-за острых и хронических осложнений, связанных с этим заболеванием. Острые осложнения включают гипогликемию, диабетический кетоацидоз и гиперосмолярную кому. Однако именно хронические осложнения, такие как ишемическая болезнь сердца, заболевания периферических сосудов, нейропатия или почечная нефропатия, вызывают самые высокие показатели заболеваемости.

Распространенным хроническим осложнением СД является так называемая диабетическая стопа, которая возникает главным образом из-за высокого механического давления и / или травмы стопы, а затем заживление ран осложняется нейропатией, васкулопатией и иммунопатией [3, 5, 20, 21].

Диабетическая нейропатия является следствием внутриклеточного накопления глюкозы, что приводит к эндоневральному отеку и неадекватному функционированию Na<sup>+</sup> / K<sup>+</sup> насоса [19]. Изменение ионного движения на клеточной мембране нерва вызывает снижение скорости проводимости нервного импульса, первоначально провоцирующее снижение тактильной чувствительности и, позднее, отсутствие защитной чувствительности, ухудшающее обнаружение небольших травм, вызывающее начальные изъязвления на ногах [5, 19]. Приблизительно в 80% случаев ампутаций при диабетической стопе предшествуют диабетические язвы стопы (ДЯС), чего можно было бы избежать путем про-

лечебного действия амнион/хорион мембранных продуктов (препаратов или покрытий).

*Ключевые слова:* Сахарный диабет, амниотическая мембрана, диабетические язвы, стандартная терапия, уход за раной, факторы роста.

филактики, просвещения и периодического мониторинга пациентов.

Диабетические язвы стопы — это сложные хронические раны, которые оказывают долгосрочное влияние на заболеваемость, смертность и качество жизни пациентов СД [8]. Люди с развитием ДЯС подвержены большому риску преждевременной смерти, инфаркта миокарда и смертельного инсульта, чем те, у кого в анамнезе этого осложнения не было. Приблизительно у 25% людей с диабетом со временем развивается язва нижней конечности [11]. Лечение этих язв остается сложной задачей, так как они медленно заживают и часто рецидивируют. Плохой прогноз ДЯС объясняется диабетической ангиопатией, нейропатией и гипергликемией. Задержка заживления язв повышает риск развития тяжелой раневой инфекции и может привести к ампутации конечности [15]. Приблизительно у половины людей, перенесших нетравматические ампутации, диагностирован СД, при этом исследования показывают, что до 88% всех связанных с диабетом ампутаций предшествует язва стопы [26, 27], сравнимая со многими типами рака [27]. Поэтому любое лечение, которое может уменьшить риск ампутации, приветствуется. Основная цель лечения ДЯС состоит в том, чтобы способствовать быстрому и полному заживлению язвы, уменьшить риск развития инфекции, ампутации и других осложнений. Влажные повязки, санация ран и контроль сахара крови являются стандартной терапией при лечении ДЯС. Стандартная терапия обычно используется во многих клинических центрах по всему миру.

D.J. Margolis et al [16] изучал использование обычных методов лечения ДЯС, такие как санация, снятие давления и применение влажных повязок при ДЯС. По его данным, частота заживления ран при нейропатических язвах составила всего 24,2% за 12 недель и 30,9% за 20 недель.

Руководящие принципы специалистов Европы и США рекомендуют использовать передовые методы лечения ран, если размер диабетической язвы не уменьшается на 40% или более после 4 недель стандартной терапии [24]. Экспертное сообщество рекомендует дополнительную терапию ран, если не удастся уменьшить ДЯС (> 50% площади раны) после минимум 4 недель стандартного лечения [10].

Прогресс в лечении ран — использование амниотической мембраны. Амниотическая мембрана находится во внутреннем слое плаценты и состоит из мембран амниона и хориона. Амниотическая мембрана представляет собой тонкий, очень прочный биоматериал; он поддерживает развивающийся плод и амниотическую жидкость на протяжении всей беременности. Амниотические мембраны бессосудисты и не имеют прямого кровоснабжения, и все питательные вещества поставляются путем диффузии из околоплодных вод или из децидуальной оболочки. Амниотическая мембрана также выделяет вещества в амниотическую жидкость и матку, способствующие гомеостазу околоплодных вод и физиологии материнской клетки.

Амнион состоит из эпителиального слоя, слоя базальной мембраны, компактного слоя, слоя фибробластов и промежуточного слоя. Каждый из этих 5 слоев содержит уникальное расположение различных клеток, типов коллагена и структурных белков; вместе они обеспечивают механическую целостность мембраны [17]. Для сравнения, хорион примерно в 4 раза толще амниона и состоит из ретикулярного слоя, слоя базальной мембраны и слоя трофобласта [12, 18].

Амниотическая мембрана содержит многочисленные факторы роста, цитокины и сигнальные молекулы, которые играют важную роль в развитии и беременности плода, а в регенерации тканей.

К ним относятся факторы роста AA и BB, трансформирующие факторы роста альфа и бета, основной фактор роста фибробластов, эпидермальный фактор роста и гранулоцитарно-колониестимулирующий фактор [12]. Кроме того, интерлейкины 4, 6, 8 и 10 были обнаружены в образцах АМ и предполагается, что их иммуносупрессивные функции могут играть роль в иммунных свойствах продуктов амниотической мембраны, таких как дегидратированная мембрана амниона/хориона человека (dHACM) [12].

Амнион неиммуногенный, и было показано, что он уменьшает воспаление и боль, а также служит матрицей для отложения клеток [12]. В последние годы использование продуктов амниотической мембраны человека в клинических условиях возросло в геометрической прогрессии. Офтальмологи использовали продукты из амниона / хориона для лечения изъязвлений роговицы, поражений конъюнктивы и химических ожогов глаза. В недавних исследованиях [28] изучалась возможность применения продуктов из мембраны амниона / хориона при хронических кожных ранах, включая диабетическую стопу и венозную язву ноги.

Обработанная мембрана амниона / хориона человека (криоконсервированная, дегидратированная или

бесклеточная) считается дополнительной терапией для лечения ран. Показана её эффективность в лечении диабетических ран [1, 9], что проявлялась в более быстром заживлении хронических ДЯС по сравнению с одной стандартной терапией [22]. Фактически, многие исследования показали, что амниотическая мембрана человека обладает свойствами, которые улучшают заживление. Обработанная PURION® обезвоженная мембрана амниона / хориона человека (dHACM) сохраняет биологически активные факторы роста и регуляторные факторы, которые частично отвечают за её клиническую эффективность при заживлении ран [13]. dHACM может стимулировать стволовые клетки, полученные из диабетических жировых клеток (ADSC), к миграции, пролиферации и изменению экспрессии цитокинов, что позволяет предположить, что ADSC могут реагировать на dHACM для ускорения заживления диабетических ран. Клеточная амниотическая мембрана (АМ) обладает способностью доставлять аутологичные или аллогенные клетки для лечения различных состояний, включая ДЯС, дефект роговицы и ожоги кожи. Криоконсервированная амниотическая мембрана человека сохраняет все нативные компоненты, включая жизнеспособные эндогенные клетки, которые могут усиливать ангиогенную активность при хронических ранах [7]. Продукты Amnion в настоящее время доступны и производятся в различных формах в зависимости от их компонентов или методов обработки [28].

Нейропатия приводит к отсутствию защиты стопы, поэтому травмы, способствующие инфицированию, остаются незамеченными. Нейропатия также способствует прогрессированию инфекции. По данным авторов, ДЯС из включенных в исследование были расположены на пальцах ног, передней, средней, задней части стопы и плюсневой кости. Это связано с тем, что из-за потери защитной чувствительности, связанной с нейропатией, появляются биомеханические факторы, которые приводят к деформациям, вызывающим или усугубляющим поражения стопы вследствие повторяющейся травмы [5]. Кроме того, нейропатия может приводить к формированию остеоартропатии Шарко, которая делает повторяющиеся травмы незамеченными, вызывая воспалительные изменения, которые приводят к остеокластической реакции и деформации стопы [25]. Эти деформации вызывают анатомические изменения в стопах, которые предрасполагают к образованию язв на передней части стопы, пальцах ног и плюсневых костях [29].

Важно отметить, что в группе больных с применением амниотических мембран язва имеет вероятность заживления в 2,32. раз больше, чем в контрольной группе. В исследовании, проведенном С.М. Zelени соавт. [29],

этот результат еще более очевиден. В основной группе (амнион) среди 32 пациентов с язвами, раны зажили почти у всех (31 человека). В контрольной группе зажили только 18 из 35 ран. Все исследования, включенные в метаанализ, сравнивают амнион со стандартными обычными повязками, которые поддерживают влажную микроокружающую среду, такую как альгинат и альгинатколлагена. Существует тенденция, что время заживления ран, обработанных амнионом, происходит на 32 дня быстрее, чем те, которые заживают под обычными повязками [29, 14].

Обсуждение обзора показывают, что АМ эффективна при лечении хронических ДЯС, когда она сочетается со стандартной терапией. Несколько более ранних исследований показали большую эффективность комбинированного лечения ДЯС амниотической мембраной + применение стандартной терапии при заживлении сложных ран. Эта комбинированная стратегия лечения позволяет закрыть рану быстрее, чем применение только стандартной терапии, что способствует быстрому и полному заживлению, снижает риск развития инфекции, ампутации и других осложнений.

Внутренние свойства амниона объясняют его эффективность в улучшении заживления хронических ДЯС. Амниотическая мембрана положительно влияет на основные физиологические процессы, тесно связанные с заживлением ран: пролиферацию клеток, воспаление, активность металлопротеиназы и рекрутирование клеток-предшественников [13]. Амниотическая мембрана способствует реваскуляризации и заживлению тканей в слабо кровоснабжаемых хронических ранах, поскольку она содержит ангиогенный фактор роста, который сохраняет биологическую активность. Низкая иммуногенность АМ допускает её аллогенное использование. Она действует как физический барьер против бактериального загрязнения, а также создает влажную среду, необходимую для заживления. Кроме того, амнион уменьшает боль и обладает противовоспалительной, антифиброзной и антимикробной активностью, которая способствует заживлению ран [7].

Анализ показывает, что при использовании АМ в качестве адъювантной терапии у пациентов с ДЯС оптимальное время для оценки заживления составляет 4 и 12 недель. Этот результат положительно коррелирует с результатами других авторов. Следует отметить, что когда в качестве лечения используется только стандартная терапия, рана, площадь которой не уменьшается на  $\geq 40\%$  через 4 недели, имеет мало шансов на заживление через 12 недель. Раннее уменьшение размера раны указывает на хороший прогноз. Фактически 4 недели наблюдения являются надежным предиктором заживления через 12 недель [23].

Кроме того, препараты с АМ являются относительно недорогими и даже более эффективными, чем традиционная терапия, могут быть полезны в странах с низким уровнем дохода.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Этот обзор включает исследования, проведенные в разных странах. Результаты показывают, что АМ человека + стандартная терапия лечит ДЯС значительно эффективнее, чем только стандартная терапия. Основываясь на текущих данных этого мета-анализа и предыдущих результатах, предполагаем, что когда используется АМ при лечении пациентов с ДЯС, оптимальное время для оценки заживления должно составлять 4 и 12 недель. Однако необходимы исследования для проверки результатов и оценки заживления в инфицированных диабетических язвах.

Применение человеческих амниотических мембран в заживлении ран восходит к 1940-м годам, когда офтальмологи начали исследовать их полезность при стойких дефектах роговицы. Многочисленные цитокины и факторы роста, обнаруженные в плаценте, делают амнион / хориональные мембраны полезными для заживления ран и тканей. [12 17]. Развитие технических достижений в обработке и консервации dНАСМ позволяет хранить трансплантаты в течение нескольких месяцев, что делает возможным их применение как при неотложных, так и в плановых ситуациях [12].

Как свежие, так и консервированные мембраны амниона / хориона изучены при лечении широкого спектра ран, включая ожоги, диабетические язвы, свищи, глазные дефекты и венозные язвы. Причем исследования варьировались от единичных случаев до рандомизированных контролируемых исследований [17]. Аллотрансплантаты амниона / хориона обеспечивают существенное преимущество при лечении трудно заживающих свищей без рецидива дефекта. Что касается диабетических и венозных язв, то использование амниона / хориона мембраны в дополнение к стандартной терапии были более эффективными, чем только стандартная терапия.

Большинство исследований сосредоточено на применении dНАСМ, и мало публикаций о конкурирующих продуктах амниотической мембраны. Необходимы подтверждающие доказательства клинической полезности dНАСМ; тем не менее, дополнительные исследования, в которых рассматриваются другие продукты dНАСМ, будут полезны как для повышения общих знаний о dНАСМ, так и для того, чтобы врачи принимали обоснованные решения при выборе продуктов для лечения ран.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Abdo R. J. Treatment of diabetic foot ulcers with dehydrated amniotic membrane allograft: a prospective case series. /Abdo R.J. // J Wound Care. — Vol. 25(7). — 2016. — P. 4–9.
2. Bakker K. The development of global consensus guidelines on the management and prevention of the diabetic foot 2011. /Bakker K., Schaper N. C. //Diabetes Metab Res Rev. — Vol. 28. — 2012. — P. 116–118.
3. Boulton A. J. The global burden of diabetic foot disease. /Boulton A.J., Vileikyte L., Ragnarson-Tennvall G., Apelqvist J. //Lancet 2005. — Vol. 366(9498). — P. 1719–1724.
4. Brantley J. N. Use of placental membranes for the treatment of chronic diabetic foot ulcers. /Brantley J.N., Verla T. D. // Adv Wound Care. — Vol. 4(9). — 2015. — P. 545–559.
5. Bus S. A. Evaluation and optimization of therapeutic footwear for neuropathic diabetic foot patients using in-shoe plantar pressure analysis. /Bus S.A., Haspels R., Busch-Westbroek T.E //Diabetes Care 2011. — Vol. 34(7). — P. 1595–1600.
6. Dua H. S. The amniotic membrane in ophthalmology. /Dua H.S., Gomes J. A., King A. J., Maharajan V. S. //SurvOphthalmol. — Vol.49(1). — 2004. — P. 51–77.
7. Duan-Arnold Y. Angiogenic potential of cryopreserved amniotic membrane is enhanced through retention of all tissue components in their native state. /Duan-Arnold Y., Uveges T. E., Gyurdieva A., Johnson A., Danilkovitch A. //Adv Wound Care. — Vol. 4(9). — 2015. — P. 513–522.
8. Haria J. M. Life with diabetic foot ulcer — a cross sectional study. /Haria J.M., Singh V. K., Jain S. K. //Int J Sci Study. — Vol.1(6). — 2014. — P. 33–35.
9. Hawkins B. The use of micronized dehydrated human amnion/chorion membrane allograft for the treatment of diabetic foot ulcers: a case series. /Hawkins B. // Wounds CompendClin Res Pract. — Vol. 28(5). — 2016. — P. 152–157.
10. Hingorani A. The management of diabetic foot: a clinical practice guideline by the Society for Vascular Surgery in collaboration with the American Podiatric Medical Association and the Society for Vascular Medicine. /Hingorani A., LaMuraglia G.M., Henke P., Meissner M. H., Loretz L., Zinszer K. M., Driver V. R., Frykberg R., Carman T. L., Marston W., Mills J. L., Sr, Murad M. H. // J Vasc Surg. — Vol. 63(2). — 2016. — P. 3–21.
11. Kirsner R. S. Comparative effectiveness of a bioengineered living cellular construct vs. a dehydrated human amniotic membrane allograft for the treatment of diabetic foot ulcers in a real world setting. /Kirsner R.S., Sabolinski M. L., Parsons N. B., Skornicki M., Mars-ton W.A. //Wound Repair Regen. — Vol. 23(5). — 2015. — P. 737–744.
12. Koob T. J. Biological properties of dehydrated human amnion/chorion composite graft: implications for chronic wound healing [published online ahead of print August 1, 2013]. /Koob T.J., Rennert R., Zabek N., et al. //Int Wound J. — Vol. 10(5). — 2013. — P. 493–500.
13. Koob T. J. Biological properties of dehydrated human amnion/chorion composite graft: implications for chronic wound healing. /Koob T.J., Rennert R., Zabek N., Massee M., Lim J. J., Temenoff J. S., Li W. W., Gurtner G. //Int Wound J. — Vol. 10(5). — 2013. — P. 493–500.
14. Lavery L. A. The efficacy and safety of Graftax (R) for the treatment of chronic diabetic foot ulcers: results of a multi-centre, controlled, randomised, blinded, clinical trial. /Lavery L.A., Fulmer J., Shebetka K. A., Regulski M., Vayser D., Fried D., Kashefsky H., Owings T. M., Nadarajah J. // Int Wound J. — Vol. 11(5). — 2014. — P. 554–560.
15. Lipsky B. A. Infectious Diseases Society of America clinical practice guideline for the diagnosis and treatment of diabetic foot infections. /Lipsky B.A., Berendt A. R., Cornia P. B., Pile J. C., Peters E. J., Armstrong D. G., Deery H. G., Embil J. M., Joseph W. S., Karchmer A. W., Pinzur M. S., Senneville E. // Clin Infect Dis. — Vol. 54(12). — 2012. — P. 132–173.
16. Margolis D. J. Healing of diabetic neuropathic foot ulcers receiving standard treatment. A meta-analysis. /19. Margolis D. J., Kantor J., Berlin J. A. // Diabetes Care. — Vol.22(5). — 1999. — P. 692–695.
17. Niknejad H. Properties of the amniotic membrane for potential use in tissue engineering. /Niknejad H., Peirovi H., JorjaniM., Ahmadiani A., Ghanavi J., Seifalian A. M. // Eur Cell Mater. — Vol. 15. — 2008. — P. 88–99.
18. Oyen M. L. Mechanical failure of human fetal membrane tissues. /Oyen M.L., Cook R. F., Calvin S. E. //J Mater Sci Mater Med. — Vol. 15(6). — 2004. — P. 651–658.
19. Pasnoor M. Diabetic neuropathy part 1: overview and symmetric phenotypes. /Pasnoor M., Dimackie M., Kludding P., Bagoon R. J. //NeuroClin 2013. — Vol. 31(2). — P. 425–445.
20. Pinzur M. S. Diabetic peripheral neuropathy. /Pinzur M.S. // Foot Ankle Clin 2011. — Vol.16(2). — P. 345–349.
21. Prompers L. Prediction of outcome in individuals with diabetic foot ulcers: focus on the differences between individuals with and without peripheral arterial disease. The EURODIALE Study./Prompers L., Schaper N., Apelqvist J. et al. //Diabetologia. — Vol. 51(5). — 2008. — P. 747–755.
22. Rosenblum B. I. A retrospective case series of a dehydrated amniotic membrane allograft for treatment of unresolved diabetic foot ulcers. /35. Rosenblum B. I. // J Am Podiatr Med Assoc. — Vol. 106(5). — 2016. — P. 328–337.
23. Sheehan P. Percent change in wound area of diabetic foot ulcers over a 4-week period is a robust predictor of complete healing in a 12-week prospective trial. /50. Sheehan P., Jones P., Giurini J. M., Caselli A., Veves A. //PlastReconstr Surg. — Vol. 117(7). — 2006. — P. 239–244.
24. Steed D. L. Guidelines for the treatment of diabetic ulcers. /Steed D.L., Attinger C., Colaizzi T., Crossland M., Franz M., Harkless L., Johnson A., Moosa H., Robson M., Serena T., Sheehan P., Veves A., Wiersma-Bryant L. // Wound Repair Regen. — Vol. 14(6). — 2006. — P. 680–692.
25. Steed D. L. Guidelines for the treatment of diabetic ulcers. /Steed D.L., Attinger C., Colaizzi T. et al. // Wound Repair Regen 2006. -Vol.14(6). — P. 680–692.
26. Thorud J. C. Mortality after nontraumatic major amputation among patients with diabetes and peripheral vascular disease: a systematic review. /Thorud J.C., Plemmons B., Buckley C. J., Shibuya N., Jupiter D. C. //J Foot Ankle Surg. — Vol. 55(3). — 2016. — P. 591–599.
27. Wilbek T. E. The diabetic foot in a multidisciplinary team setting. Number of amputations below ankle level and mortality. /Wilbek T.E., Jansen R. B., Jorgensen B., Svendsen O. L. // ExpClinEndocrinol Diabetes. — Vol.124(9). — 2016. — P. 535–540.

28. Zelen C.M. A prospective, randomised comparative study of weekly versus biweekly application of dehydrated human amnion/chorion membrane allograft in the management of diabetic foot ulcers [published online ahead of print February 21, 2014]. /Zelen C.M., Serena T.E., Snyder R.J.//Int Wound J.— Vol. 11(2).— 2014.— P. 122–128.
29. Zelen C.M. Treatment of chronic diabetic lower extremity ulcers with advanced therapies: a prospective, randomised, controlled, multi-centre comparative study examining clinical efficacy and cost. /Zelen C.M., Serena T.E., Gould L. et al. //Int Wound J 2016.— Vol. 13(2).— P. 272–282.

---

© Родин Олег Васильевич ( rodin1oleg@gmail.com ), Колосунин Иван Александрович ( kolosunin\_ivan@mail.ru ),  
Козлов Сергей Александрович ( kozlovs14@yandex.ru ), Паркин Павел Николаевич ( parkin.p2000@yandex.ru ),  
Мелишева Анна Николаевна ( anna.melisheva@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

# ДИАГНОСТИКА ИНФЕКЦИЙ, ПЕРЕДАЮЩИХСЯ ПОЛОВЫМ ПУТЕМ ПРИ ПОМОЩИ ПЬЕЗОКВАРЦЕВОГО МИКРОВЗВЕШИВАНИЯ

## DIAGNOSIS OF SEXUALLY TRANSMITTED INFECTIONS BY USING QUARTZ CRYSTAL MICROBALANCE METHOD

**A. Smetankina**

**Summary.** Diagnostic measures to detect sexually transmitted infections (STIs) require an individual approach. The aim of the study was to study the possibilities of using the piezoelectric quartz weighing method in the diagnosis of STIs using solid sorbent films. We analyzed 30 samples of cervical mucus, divided into 2 groups: 20 samples — a training sample and 10 samples — a test sample. As a result, a method was developed for measuring the smell of a biological sample (smear of cervical mucus of the cervix uteri) with frontal input of vapors, quantitative recorded and calculated parameters for ranking samples into groups were established. Testing results of the developed approach were evaluated by gynecologists as practically important.

**Keywords:** bioprobes, artificial systems, piezo-quartz microweaving, artificial intelligence, multisensory systems.

**Сметанкина Анастасия Васильевна**

Аспирант, Воронежский государственный  
медицинский университет им. Н. Н. Бурденко  
Zhuchkova954@yandex.ru

**Аннотация.** Диагностические мероприятия для выявления инфекций, передающихся половым путем (ИППП), требуют индивидуального подхода. Целью исследования стало изучение возможностей использования метода пьезокварцевого микровзвешивания в диагностике ИППП, с использованием твердых пленок сорбентов. Проанализировано 30 проб цервикальной слизи, разделенных на 2 группы: 20 проб — обучающая выборка и 10 проб — проверочная выборка. В результате был разработан способ измерения запаха биопробы (мазок цервикальной слизи шейки матки) с фронтальным вводом паров, установлены количественные регистрируемые и расчетные параметры ранжирования проб на группы. Результаты апробации разработанного подхода оценены врачами гинекологами, как практически важные.

**Ключевые слова:** биопробы, AquaStok, пьезокварцевое микровзвешивание, искусственный интеллект, мультисенсорные системы.

### Введение

Современная клиническая картина инфекций, передаваемых половым путем (ИППП), характеризуется стертой симптоматикой и рецидивирующим течением, что обусловлено возникновением новых резистентных штаммов возбудителей. Соответственно, актуальность ранней лабораторной диагностики ИППП не вызывает сомнения. В настоящее время существуют различные методы диагностики половых инфекций, которые различаются между собой чувствительностью, удобством применения, общедоступностью и ценой. Опыт лечения заболеваний, передающихся половым путем, показывает, что назначение диагностических мероприятий требует индивидуального подхода

### Цель

Использование метода пьезокварцевого микровзвешивания в диагностике инфекций, передающихся половым путем, с использованием твердых пленок сорбентов.

### Материал и методы

В исследование были включены 30 пациенток у которых не было как клинических проявлений, так и жалоб в целом. Проанализировано 30 проб цервикальной слизи, которые разделены на 2 выборки: 20 проб — обучающая выборка и 10 проб — проверочная выборка. На основании предварительного диагноза, пробы из обучающей выборки были разделены на группы: «клинически здоровые», «инфекция». Всем пациенткам с диагностической целью был применен традиционный метод обследования (ПЦР, Фемофлор), а также метод пьезокварцевого микровзвешивания (ПКМ).

### Результаты и обсуждение

Первым значимым отличительным параметром является  $S_{e.o}$  (площадь визуального отпечатка). Установлено, что наименьшая  $S_{e.o}$  характерна для группы «клинически здоровые», существенно ниже значений для группы «инфекция» т.е. при воспроизводимом от-

Таблица 1. Соотношение сигналов нескольких сенсоров в матрице для тестируемых проб ( $\pm 0,02$ )

№ пробы	Величина $A_{ij}$												
	1/2	1/7	2/3	3/4	3/5	2/6	2/7	1/5	5/6	5/7	4/5	4/6	4/7
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
№ 1	2	1	0,13	1,33	8	1	0,5	2	1	0,5	6	6	3
№ 2	2	2	0,20	1,25	5	1	1	2	1	1	4	4	4
№ 3	0,5	1	0,20	1,67	10	1	2	1	0,5	1	6	3	6
№ 4	2	2	0,20	2,5	5	1	1	2	1	1	2	2	2
№ 5	2	1	0,13	1,6	4	0,5	0,5	2	0,5	0,5	5	2,5	2,5
№ 6	0,33	0,26	0,08	2,11	11,9	0,75	0,78	0,34	0,73	0,76	5,66	4,13	4,3
№ 7	0,38	0,29	0,10	1,68	8,1	0,81	0,75	0,31	0,98	0,91	4,82	4,73	4,39
№ 8	0,38	0,25	0,10	1,64	6,71	0,70	0,66	0,27	0,98	0,93	4,10	4,03	3,79
№ 9	0,26	0,11	0,11	1,36	4,34	0,65	0,42	0,12	1,36	0,87	3,19	4,35	2,79
№ 10	0,30	0,13	0,11	1,36	4,37	0,64	0,44	0,15	1,29	0,89	3,22	4,15	2,85
<b>Среднее</b>													
№ 11	0,28	0,14	0,13	1,14	3,52	0,61	0,49	0,13	1,29	1,03	3,08	3,98	3,17
№ 12	0,31	0,20	0,12	1,31	4,49	0,78	0,65	0,17	1,41	1,01	3,41	4,83	4,06
№ 13	0,24	0,16	0,21	1,02	2,4	0,82	0,67	0,12	1,61	1,32	2,35	3,78	3,1
№ 14	0,31	0,20	0,13	1,25	4,31	0,83	0,64	0,18	1,48	1,14	3,46	5,13	3,96
№ 15	0,39	0,21	0,09	1,72	5,66	0,66	0,53	0,21	1,22	0,99	3,28	4,0	3,24
№ 16	0,33	0,17	0,10	1,81	6,11	0,63	0,52	0,20	1,07	0,88	3,37	3,60	2,98
№ 17	0,35	0,22	0,10	1,58	6,0	0,79	0,63	0,21	1,27	1,02	3,81	4,85	3,9
№ 18	0,36	0,22	0,09	1,79	6,03	0,71	0,60	0,20	1,29	1,08	3,38	4,35	3,65
№ 19	0,40	0,24	0,10	1,65	5,57	0,71	0,61	0,21	1,34	1,15	3,38	4,54	3,88
№ 20	0,38	0,20	0,08	1,70	6,24	0,62	0,53	0,20	1,15	1,0	3,67	4,23	3,67

\* отмечен параметр с максимальным отклонением от стандартов (контроля).

боре массы проб и соблюдении времени между отбором пробы и проведением измерения наиболее значимым, и простым параметром для прогнозирования диагноза является  $S_{6.0}$ . Так как на этот параметр сильно влияют условия отбора, то необходимо проанализировать другие возможные параметры ранжирования для проб.

Параметр  $A_{ij}$  отражает постоянство соотношения концентраций отдельных классов легколетучих соединений в РФФ (табл. 2). Если показатели  $A_{ij}$  для проб близки или совпадают, то можно считать, что соотношение содержания в пробах отдельных соединений или классов одинаково. Если соотношение сигналов отличается от таких для проб, то соотношение концентрацией этих групп соединений различно, по сравнению с соответствующим стандартом или средней выборкой стандартов (таблица 7). Установлено, что не все параметры  $A_{ij}$

для выбранных групп проб различаются. В таблице 1 выделены показатели  $A(3/4)$ ,  $A(3/5)$ ,  $A(2/7)$ ,  $A(1/5)$ ,  $A(5/6)$ , значения которых отражают изменения состава летучих соединений для проб.

Чем больше число параметров  $A_{ij}$  для групп «инфекция», «пролеченные», отличающихся от группы «клинически здоровые», тем существеннее отличия по запаху проб, которые с высокой степенью вероятности отражают наличие и интенсивность протекания патогенных процессов в организме (таблица 2).

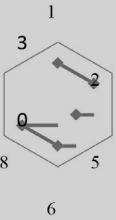
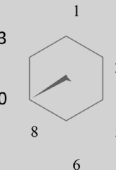
Полученные круговые спектры идентификационных параметров были построены как спектры, которые позволяют отнести пробу к определенной группе. Так как химический состав пробы «клинически здоровых» принципиально отличается от проб «инфекция», поэтому их форма спектра имеет значимые различия. На основании



Таблица 2. Качественные характеристики проб для ИППП

Диагноз	Запах
Бактериальный вагиноз	Аммиак, амины, запах тухлой рыбы
ВПЧ	Запах тухлой рыбы
Кандидоз	Аммиак, кислый запах
Хламидиоз	Аминокислоты, амины (неприятный рыбный запах)
Уреаплазмоз	Нет специфического запаха
Микоплазмоз	Запах нашатыря

Таблица 3. Минимально достаточный объем информации пьезокварцевого микровзвешивания массивом сенсоров на наноматериалах для ранжирования состояния гинекологических биопроб

Регистрируемые отклики	По форме круговых спектров Подобие фигурам	Диагностические группы
$S_{в.о.}, Гцс$  100 ± 10		«Клинически здоровые»
$S_{в.о.}, Гцс$ Выше 30 000		«Микст-активные от-клонения»: «Инфекция»
(5000–29 500) ± 500		

формы спектра, которая соответствует каждой группе, можно разделить все пробы из обучающей выборки.

Наиболее простой алгоритм получения дополнительной диагностической информации предлагаемым способом представлен в таблице 3, параметры расположены в порядке уменьшения значимости, но анализируются в совокупности. Если присутствует хотя бы один параметр, это является основанием помещения группы в определенную группу. При этом отклонение остальных показателей от указанных для этих групп значений, свидетельствует о наличии не активных, но присутствующих изменений, отличных от нормы

Для поиска корреляций с более детальными диагнозами (идентификация типа возбудителя или вида воспа-

ления) необходимо существенное увеличение объема выборки с индивидуальными и микст-инфекциями.

Разработан способ измерения запаха биопробы (мазок цервикальной слизи шейки матки) на приборе «AquaStok» с фронтальным вводом паров, установлены количественные регистрируемые и расчетные параметры ранжирования проб на группы. Результаты апробации разработанного подхода оценены врачами гинекологами, как практически важные.

Аналитические характеристики разработанного способа перспективны для быстрой оценки репродуктивного статуса пациенток, грамотного подбора антибиотикотерапии, профилактики и уменьшения количества оргоуносящих операций.

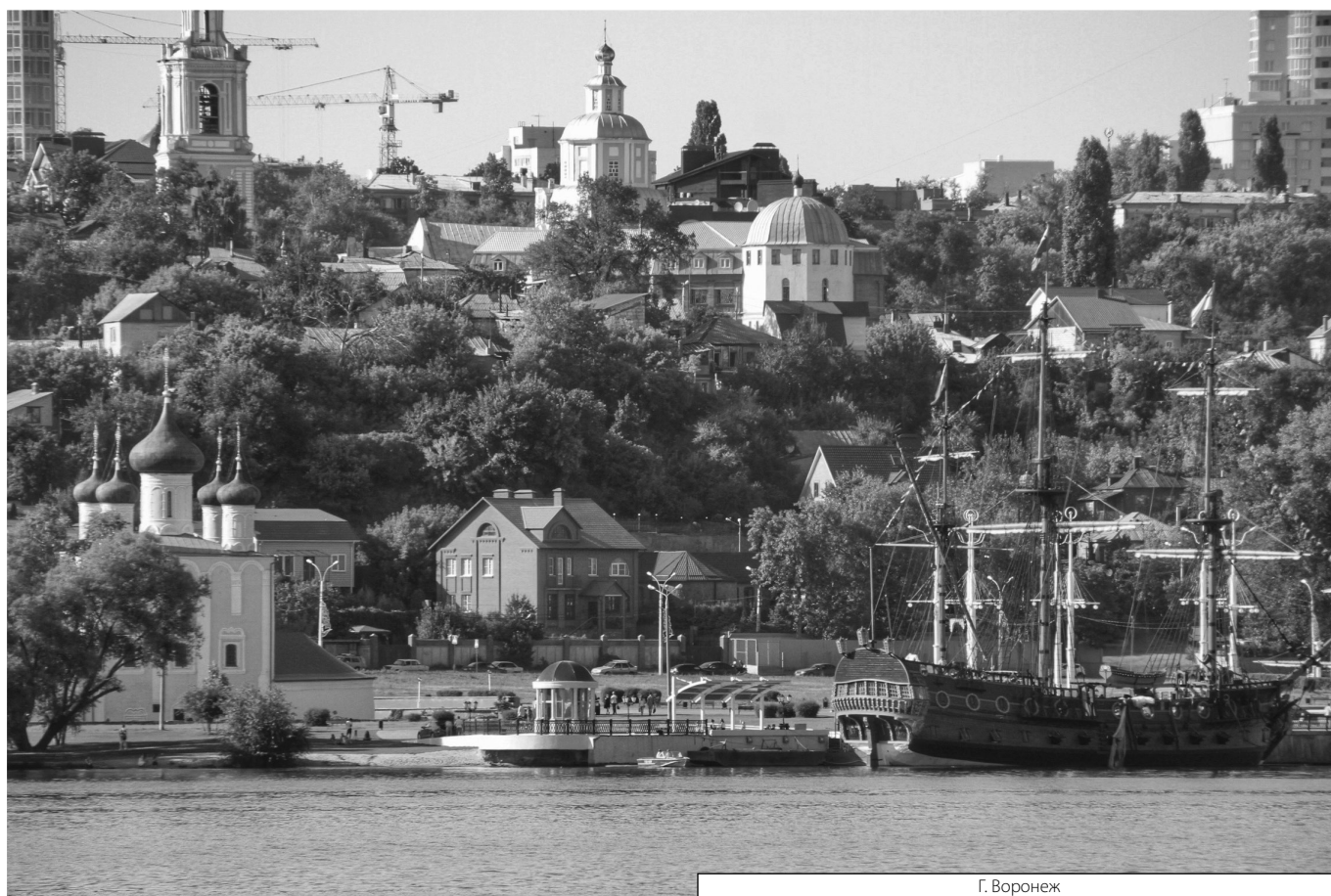
ЛИТЕРАТУРА

1. Гинекология. Национальное руководство./ под редакцией Кулакова В. И., Савельева Г. М., Манухина И. Б. — Издательская группа « ГЭОТАР — Медиа», 2009-С. 356
2. Венерические болезни. Руководство для врачей./ под ред. О. К. Шапошникова. — М., Медицина, 1991 — С. 413–430

3. Pavlou A. K., Magan N., McNulty C., Jones J. M., Sharp D., Brown J., Turner A. P. F. Use of an electronic nose system for diagnoses of urinary tract infections // *Biosens. Bioelectron.* 2002. V. 17. № 10. P. 893.
4. Bernabei M., Pennazza G., Santonico M., Corsi C., Roscioni C., Paolesse R., Di Natale C., D'Amico A. A preliminary study on the possibility to diagnose urinary tract cancers by an electronic nose // *Sens. Actuators B: Chem.* 2008. V. 131. № 1. P. 1.
5. Бельский В. Е. Солюбилизация газов и насыщенных паров в биологических средах // *Хим.-фарм. журнал.* 2000. Т. 34. № 11. С. 42.
6. Buszewski B., Ulanowska A., Kowalkowski T., Cieslinski K. Identification of volatile lung cancer markers by gas chromatography-mass spectrometry: Comparison with discrimination by canines // *Anal. Bioanal. Chem.* 2012. V. 404. № 1–2. P. 141.
7. Gaspar E. M., Lucena A. F., Duro da Costa J., Chavesdas Neves H. Organic metabolites in exhaled human breath — A multivariate approach for identification of biomarkers in lung disorders // *J. Chromatogr. A.* 2009. V. 1216. № 14. P. 2749.
8. Gardner J. W., Shin H. W., Hines E. L. An electronic nose system to diagnose illness // *Sens. Actuators B: Chem.* 2000. V. 70. № 1–3. P. 19.
9. Кучменко Т. А., Шуба А. А., Тюркин И. А., Битюкова В. В. Оценка состояния биологических проб по составу равновесной газовой фазы с применением мультисенсорной системы // *Журн. аналит. химии.* 2014. Т. 69. № 5. С. 534.
10. Weiss T., Angerer J. Simultaneous determination of various aromatic amines and metabolites of aromatic nitro compounds in urine for low level exposure using gas chromatography-mass spectrometry // *J. Chromatogr. B.* 2002. V. 778. № 1–2. P. 179.
11. Deng Y.-H., Wang H., Zhong L., Zhang H.-S. Trace determination of short-chain aliphatic amines in biological samples by micellar electrokinetic capillary chromatography with laser-induced fluorescence detection // *Talanta.* 2009. V. 77. № 4. P. 1337.
12. Rudnicka J., Kowalkowski T., Ligor T., Buszewski B. Determination of volatile organic compounds as biomarkers of lung cancer by SPME-GC-TOF/MS and chemometrics // *J. Chromatogr. B.* 2011. V. 879. № 30. P. 3360.
13. Senthilmohan S. T., Kettle A. J., McEwan M. J., Dummer J., Edwards S. J., Wilson P. F., Epton M. J. Detection of monobromamine, monochloramine and dichloramine using selected ion flow tube mass spectrometry and their relevance as breath markers // *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 2008. V. 22. № 5. P. 677.
14. Carrola J., Rocha C. M., Barros A. S., Gil A. M., Goodfellow B. J., Carreira I. M., Bernardo J., Gomes A., Sousa V., Carvalho L., Duarte I. F. Metabolic signatures of lung cancer in biofluids: NMR-based metabolomics of urine // *J. Proteome Res.* 2011. V. 10. № 1. P. 221.

© Сметанкина Анастасия Васильевна (Zhuchkova954@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Воронеж

# ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ВРОЖДЁННОЙ РАСЩЕЛИНОЙ ЛИЦА

## HISTORICAL ASPECTS AND THE CURRENT STATUS OF REHABILITATION OF CLEFT PATIENTS

**M. Chernobrovkina  
A. Silin**

*Summary.* In the present paper the most charismatic and attractive cultural and historical aspects of cleft face were illustrated. Phenotypic signs of facial clefts of different ages of people are presented in the article on example of art objects. Historical facts as well as the aspects of multidisciplinary management of orofacial clefts in our cleft center were observed.

*Keywords:* cleft lip and palate, orofacial defect, nasopalveolar molding, primary cheiloplasty, early orthodontic treatment, obturator.

**Чернобровкина Мария Игоревна**

К.м.н., ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный  
медицинский университет имени И. И. Мечникова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
tchernobrovnik@mail.ru

**Силин Алексей Викторович**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Западный  
государственный медицинский университет имени  
И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации  
silin@me.com

*Аннотация.* В статье представлен исторический экскурс в проблему социального восприятия врождённых аномалий развития лица, и развитие концепций комплексного лечения и реабилитации пациентов с подобными дефектами. На примере наиболее интересных и ярких предметов искусства и архитектуры описаны фенотипические особенности проявлений расщелин лица у лиц разного возраста и пола. Статья знакомит читателя с аспектами работы междисциплинарной команды врачей специализированного диспансерного центра для детей с врождёнными аномалиями развития тканей челюстно-лицевой области Санкт-Петербурга.

*Ключевые слова:* врождённая расщелина лица, аномалии лица, деформации лица, obturator, раннее ортодонтическое лечение, первичная хейлопластика.

*«Девять десятых нашего  
счастья зависит от здоровья»*

*Артур Шопенгауэр*

### Введение

**Э**моционально-чувственное восприятие эстетики человеческого лица невольно моделирует в сознании каждого человека его субъективный образ о степени внутренней красоты личности, уровне интеллекта, социальном статусе, его общественной популярности и признательности в социуме. В рамках маркетинга канонов современной красоты культивируется представление об успешном и привлекательном индивидууме и бессознательно стигматизируют людей, внешний вид которых отличается от гармоничных пропорций. В масштабных отечественных и зарубежных исследованиях подробно изучена и широко раскрыта проблема травмирующего влияния нежелательных

вопросов со стороны окружающего социума об особенностях внешности и речи детей, родившихся с орофациальным дефектом.

### Расщелина лица в искусстве

История понимания, развития фундаментальных знаний о возможностях достижения успешного лечения врождённых дефектов лица претерпела значительные изменения в представлениях от «божьей кары» до создания высокотехнологичных алгоритмов комплексной медицинской реабилитации пациентов с расщелинами лица.

В 18 веке в Кунсткамере совместно с профессором анатомии из Амстердама Фредериком Рюйшем Пётр I создали уникальную естественное-научную тератологическую коллекцию препаратов, большая часть которых включала известные формы врождённых расщелин лица, с единственной целью — распространить знания



Рис. 1. Лицо с врождённой расщелиной лица, сочетанной с синдромом Пьера Робена культуры Моче в Перу



Рис. 2. Лицо мужчины с левосторонней врождённой расщелиной лица культуры Ламбайек-Сикан



Рис. 3. Сюжет Тифенброннского алтаря Святой Магдалины Лукаса Мозера (1431 год)



Рис. 4. Эскиз Леонардо да Винчи (около 1485–1490)

в первую очередь среди людей науки, а потом и среди непросвещённого люда, ложно уверовавшего, что отклонения в развитии здоровья происходят от «действия дьявольского чрез ведовство и порчу».

Древняя и развитая цивилизация близ современного города Южной Америки Лимы — Моче (I—VIII века н.э.), которая по праву считается значительнее древнее Ин-

ков, не имела своей письменности, зато в деталях предоставила доподлинно запечатленные в камне и керамике изображения лица с врождённой расщелиной лица, которые прекрасно сохранились до наших дней [5]. Одно из лиц, написанное в камне, с предельной выразительностью передаёт лицо мужчины благородного происхождения, на левой стороне лица которого присутствует полная расщелина лица (рис. 1). Богатая культура камен-



Рис. 5. Эскиз Альбрехта Дюрера из труда «Сконструированные фигуры и головы»

ных изваяний подарила множество изысканных и реалистичных керамических статуй культуры Ламбайек-Сикан (750—1100 н.э.) из других регионов Перу, Южной и Центральной Америки, изображавших одно- и двусторонние врождённые расщелины лица [10] у людей самых разных возрастов (рис. 2). Особое высокогорное положение указанных цивилизаций значительно коррелирует с высокой частотой рождения детей с расщелиной лица в связи с развивающейся хронической гипоксией плода [7].

На одном из «самых известных в мире и великолепных алтарей Святой Магдалины» в Тифенбронне, созданный мастером Лукасом Мозером, первой половины 15 века, представлен сюжет о путешествии пяти святых — Мария, Лазарь, Марфа, Максимилиан и Гедониус. Святой Гедониус с самого рождения был слеп и был чудотворно исцелен Христом за свои деяния [6]. Алтарный сюжет ярко изображает лицо святого в профиль с его левой стороны, причём его внешний облик насыщенно отражает выразительные черты человека уже после хирургического вмешательства, проведённого по поводу врождённой расщелины лица: укорочение и уплощение верхней губы, укорочение колумеллы носа, нарушение роста и развития верхней челюсти в сагиттальной плоскости.

Художники Ренессанса Леонардо да Винчи и Альбрехт Дюрер в своих трудах не только реалистично воссоздают лица людей, имеющих врождённую расщелину лица, но и формируют цельную математическую модель лица при помощи точного расчёта гармонии численных отношений и пропорций тела и лица человека (рис. 4 и рис. 5). Даже сейчас по трактатам этих великих худож-



Рис. 6. Фрагмент картины Якоба Корнелиса ван Остзанена «Искушение Христа в пустыне» (1530 год)

ников-учёных 15 века «Пятнадцать сконструированных фигур и голов» Альбрехта Дюрера и «Тетрадой по анатомии» Леонардо да Винчи можно детально изучать и анализировать все особенности лица человека после выполненной хирургической коррекции: значительное нарушение симметрии и гармонии лица, опущение и уплощение кончика носа, практически полное отсутствие верхней губы, значимое недоразвитие верхней челюсти и средней зоны лица, а нижняя челюсть кажется чрезмерно развитой на фоне врождённой гипоплазии верхней челюсти [13].

Полотно голландского живописца Якоба Корнелиса ван Остзанена «Искушение Христа в пустыне» изображает дьявола одетого в капюшон монаха с лицом, совершенно ясно выражающим проведённую хирургическую коррекцию врождённой расщелины лица (рис. 6).

В искусстве Средних веков и раннего Возрождения можно найти много свидетельств самых разных персонажей, по той или иной причине изображенных с расщелиной лица: военных, палачей, оруженосцев, а также персонажей различных библейских сюжетов.

Более современное отражение врождённого дефекта челюстно-лицевой области можно найти на полотне Поля Сезанна «Пирамида из черепов», на которой на двух черепах из четырёх присутствует расщелина альвеолярного отростка и нёба (рис. 7). Идея создания данной работы, как полагают исследователи творчества Сезанна, тесно связана с антропологическими находками Рудольфа Вирхова и проведёнными им палеонтологическими исследованиями черепов, найденных учё-

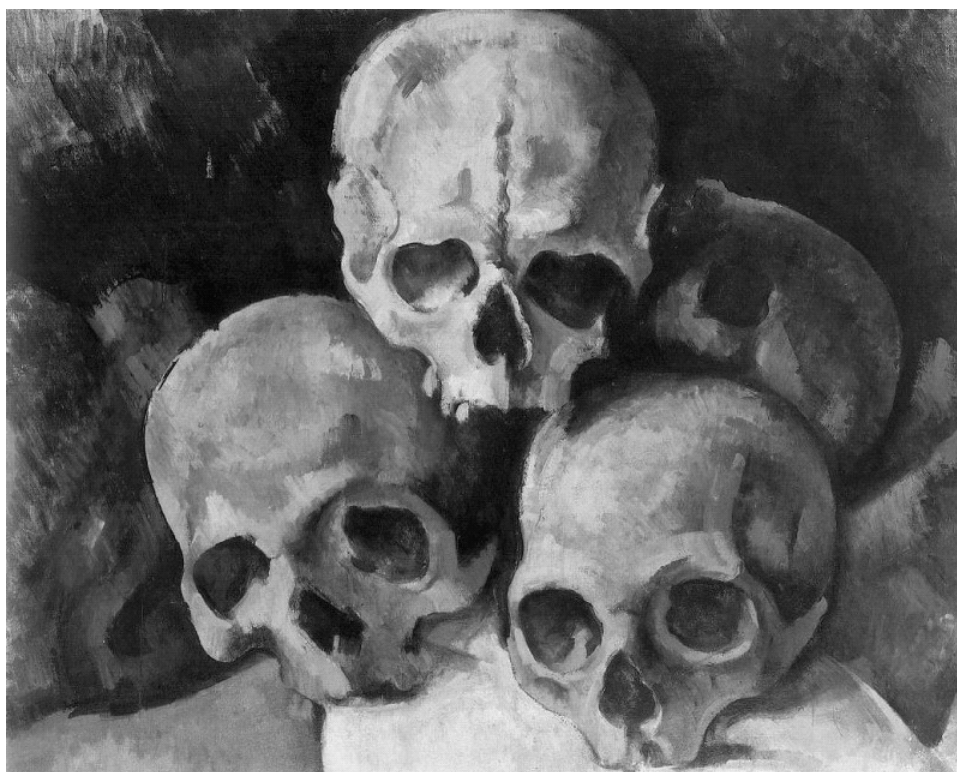


Рис. 7. «Пирамида из черепов» Поль Сезанн (1901 год)

ным при раскопках в Перу, которые имели врождённые дефекты различных локализаций [14].

#### Распространённость врождённых расщелин лица в мире

Изолированная врождённая расщелина лица главенствует среди всех пороков развития человека, занимая первое место по всему миру среди пороков развития челюстно-лицевой области, и второе место — среди всех пороков развития человека, затрагивая 1%-2% новорождённых по всему миру с фатальной вероятностью увеличения риска её возникновения в зависимости от географического происхождения и этнической группы. Согласно последним общемировым статистическим данным, популяции восточной Азии, коренных американцев и североевропейских стран имеют наибольшую частоту развития врождённых расщелин лица, в то время как этнический состав народов Африки — наименьший [8]. Несмотря на вовлечённость множества ключевых генов, риски частичного наследования врождённой расщелины, влияние самых различных эпигенетических факторов на 5—12 недели развития эмбриона остаётся зачастую определяющим.

К принципиальным эпигенетическим факторам высокого риска развития пороков лица и аномалий других

органов относится тератогенное воздействие различных вирусов в антенатальный период, наиболее частыми из которых — вирус гриппа А и В, вирус герпеса, вирус кори и других. По последним зарубежным данным, пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 значительно усугубило течение родов и ранний послеродовой период у инфицированных женщин [12].

#### История создания и современное состояние организации междисциплинарной помощи детям с врождёнными аномалиями и деформациями челюстно-лицевой области в специализированном диспансерном центре Санкт-Петербурга

В 1970 году 22 мая приказом Здравоохранения № 291 в Ленинграде открылся уникальный высокоспециализированный медицинский центр комплексной помощи детям с аномалиями развития тканей челюстно-лицевой области. В этом же году согласно приказу МЗ РСФСР № 175 от 16.07.1970 Центр приобрел юридический статус центра диспансерного наблюдения за детьми с аномалиями развития тканей челюстно-лицевой области Северо-Западного региона [3]. Идеологом создания Центра выступил выдающийся челюстно-лицевой хирург член-корр. РАН профессор В. А. Козлов (рис. 8) и талантливый врач д.м.н. И. С. Рубежова (рис. 9), организовавшая и руководившая всеми ортодонтическими и ортопедически-



Рис. 8. Челюстно-лицевой хирург профессор член-корр. РАН Владимир Александрович Козлов

ми этапами сложного комплексного лечения детей с расщелинами лица. Отечественной школой блистательных челюстно-лицевых хирургов профессором член-корреспондентом АМН СССР А. А. Лимбергом, В. И. Знаменским и Г. А. Котовым совместно с врачами-ортодонтами к.м.н. Е. Д. Лалетиной, д.м.н. И. С. Рубежовой, к.м.н. Н. И. Ярчук, З. И. Часовской, к.м.н. Э. Е. Слободник и др. был заложен фундамент комплексной медицинской реабилитации детей с врождёнными расщелинами лица с момента рождения до совершеннолетия [2].

На протяжении 50 лет единственный специализированный центр Санкт-Петербурга оказывает стоматологическую помощь детям с подключением специалистов междисциплинарных областей: стоматологов всех специализаций, генетика, ЛОР-врача, логопеда, психолога и психотерапевта у детей с врождёнными расщелинами лица, а также у детей с редкими сочетанными и изолированными врождёнными пороками и синдромами развития лица (синдром 1—2 жаберных дуг, синдром Горлина-Гольца, синдром Крузона и многих других). Специалисты Центра проводят комплексную реабилитацию пациентов после травм челюстно-лицевой области, удаления новообразований, а также реабилитацию детей после воспалительно-инфекционных заболеваний.

Ежегодно 300—350 первичных пациентов с врождёнными аномалиями развития тканей челюстно-лицевой области поступают в Центр на учёт и проходят междисциплинарное лечение, включающее ортодонтическое



Рис. 9. Врач-ортодонт профессор д.м.н. Инна Семеновна Рубежова

и ортопедическое лечение, логопедическую подготовку, лечение в кабинете стоматолога-терапевта, наблюдение у челюстно-лицевого хирурга, а также ЛОР-врача.

За период функционирования Центра был разработан прерогативный алгоритм ведения детей с врождёнными расщелинами лица. При рождении ребёнка с расщелиной лица из роддома или больницы в колл-центр поступает заявка от врача родильного отделения и врач Центра в обязательном порядке заносит вызов в специальный регистрационный журнал, в котором фиксирует форму расщелины лица, параметры новорождённого, особенности питания ребёнка (соска-рожек, посредством назогастрального или орогастрального зонда), сопутствующие патологии. Врачи Центра осуществляют выезд во все детские городские больницы и родильные дома Санкт-Петербурга и области. При орогастральном питании новорожденного в подавляющем большинстве случаев образуется пролежень, который при изготовлении протеза нёба и гигиенической обработке данной области слизистой нёба полностью устраняются через 4–5 дней. Восстановление функций питания, глотания и дыхания, а значит набор веса младенца при помощи изготовления индивидуального протеза нёба сокращает сроки нахождения мамы и ребенка в больнице, что, кроме того, сокращает затраты здравоохранения. В отечественной школе ортодонтии был заложен принцип, который успешно внедрён и используется до сих пор в специализированном диспансерном центре, основу которого составляет изготовление полностью ин-

дивидуального ортопедического аппарата — протеза нёба для восстановления функций питания, глотания и дыхания новорождённого, а также с целью нормализации аномалийной с рождения формы верхней челюсти перед первичной хейлоринопластикой [1, 4]. Таким образом, оказание ранней медицинской реабилитации пациентам с врождёнными расщелинами лица — ценный медицинский и значимый психологический ресурс качественного лечения и восстановления не только для маленьких пациентов, но и родителей пациента [9, 11].

В диспансерном центре Санкт-Петербурга была разработана программа дородового консультирования женщин, целью которой является психологическая

адаптация самой женщины к рождению ребёнка с врождённой расщелиной лица и особенностям ухода за ним. На этапе подготовки к родам в диспансерном центре женщина получает медико-генетическую консультацию, целью которой является описание молекулярно-генетического «портрета» родителей, а также определение в процессе скрининга молекулярного фенотипа у ребёнка.

Работа выполнена при финансовой поддержке федерального гранта Президента Российской Федерации МК-2288.2020.7. для материальной поддержки молодых российских ученых — кандидатов наук и докторов наук в 2020–2021 годах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Междисциплинарный подход к лечению пациентов с двухсторонней расщелиной губы и нёба / Ж. А. Блиндер, А. А. Мамедов, Ю. И. Кучеров и др. // Медицинский алфавит. — 2016. — № 2. — С. 48–51.
2. Рубежова, И. С. Этапы и объем комплексного лечения детей с различными формами врожденных расщелин верхней губы и неба в Санкт-Петербургском диспансерном центре / И. С. Рубежова, Э. С. Керод, М. Б. Трушко // Материалы II международной конференции челюстно-лицевых хирургов. — 2002. — № 4. — С. 41–42.
3. Силин, А. В. Кабинет, кафедра, факультет. Исторический очерк ос стоматологии / А. В. Силин. — СПб.: Человек, 2011. — 78 с.
4. Чернобровкина, М. И. Антропометрическая оценка пациентов с односторонней врождённой расщелиной верхней губы и нёба / М. И. Чернобровкина, А. В. Силин, С. Л. Плавинский // Вестник СЗГМУ. — 2016. — Том. 8. — № 4. — С. 27–37.
5. Carod-Artal, F. J. Evidence of facial palsy and facial malformations in pottery from Peruvian Moche and Lambayeque pre-Columbian cultures / F. J. Carod-Artal, C. B. Cabrera // Neurologia. — 2006. — № 21. — P. 297–303.
6. Cleft Lip and Palate in the Arts: A Critical Reflection / M. Saman, J. Gross, A. Ovchinsky et al. // Cleft Palate–Craniofacial Journal. — 2012. — № 2. — P. 129–136.
7. Foundation-Based Cleft Care in Developing Countries / R. S. Kantar, M. J. Cammarata, W. J. Rifkin et al. // Plast Reconstr Surg J. Cleft Palate. — 2019. — № 143. — P. 1165–1178.
8. Gallagher, N. A general dental practitioner's role in treating patients with a cleft lip and/or palate / N. Gallagher // British Dental Journal. — 2020. — № 228. — P. 19–21.
9. Hardwicke, J. Reporting of Randomized Controlled Trials in Cleft Lip and Palate: A 10-Year Review / J. Hardwicke, M. Nassinzadeh, B. Richard // Cleft Palate Craniofac J. — 2017. — № 54. — P. 142–152.
10. Hwang, K. Masks depicting hemifacial microsomia and cleft lip / K. Hwang, R. S. Chung // J Craniofac Surg. — 2002. — № 13. — P. 721–723.
11. Infant orthopedics and facial growth in complete unilateral cleft lip and palate until six years of age (Dutchcleft) / C. A. Bongaarts, B. Prahj-Andersen, E. M. Bronkhorst et al. // Cleft Palate Craniofac J. — 2009. — № 46. — P. 654–663.
12. Liang, H. Novel corona virus disease (COVID-19) in pregnancy: What clinical recommendations to follow? / H. Liang, G. Acharya // Acta Obstet Gynecol Scand. — 2020. — № 99. — P. 439–442.
13. Pirsig, W. Surgically repaired cleft lips depicted in paintings of the late Gothic period and the Renaissance / W. Pirsig, S. Hasse, F. Palm // Br J Oral Max Surg. — 2001. — № 39. — P. 127–133.
14. Seemann, S. The Base of the Skull. Rudolf Virchow between Pathology and Anthropology / S. Seemann // Medizinhist J. — 2016. — № 51. — P. 92–123.
15. Stasiak, M. Current methods for secondary alveolar bone grafting assessment in cleft lip and palate patients — A systematic review / M. Stasiak, A. Wojtaszek-Słomińska, B. Racka-Pilszak // J Craniomaxillofac Surg. — 2019. — № 47. — P. 578–585.
16. Stock, N. M. Delivering effective genetic services for patients and families affected by cleft lip and/or palate / N. M. Stock, R. MacLeod, J. Clayton-Smith // Eur J Hum Genet. — 2019. — № 25. — P. 1–8.

© Чернобровкина Мария Игоревна (tchernobrovik@mail.ru), Силин Алексей Викторович (silin@me.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## НАШИ АВТОРЫ    OUR AUTHORS

**Akhmetsadykova S.** —PhD, Scientific-Production Enterprise Antigen LLP Almaty Region, Kazakhstan shynar.akhmetsadykova@gmail.com

**Akhmetsadykov N.** —doctor of Veterinary Sciences, Professor, President of the Antigen Research and Production Enterprise, Almaty, Kazakhstan nurlan.akhmetsadykov@gmail.com

**Alexandrova E.** —PhD in Pedagogy, Associate Professor, Murmansk Arctic State University (Murmansk) dzhessika\_www@mail.ru

**Alyokhina A.** —post-graduate student, FSBEI the VGMA them. N. N. Burdenko, Voronezh; General practitioner of the Semilukskaya RB named after A.V. Goncharov alechinaannaalex@gmail.com

**Amosov A.** —Assistant, Moscow aviation Institute (national research University) lamosov@yandex.ru

**Anzorov V.** —Doctor of Biological Sciences, professor, Chechen State University vaha-anzorov@mail.ru

**Avksentieva E.** —Ph. D., associate Professor, ITMO University, Saint Petersburg avksentievalena@rambler.ru

**Avksentieva E.** —Ph.D., Associate Professor, Saint Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics avksentievalena@rambler.ru

**Begdildaeva N.** —doctoral student of Almaty Technological University of Almaty, Kazakhstan nzhumankyzy@mail.ru

**Belova L.** —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI of HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva ", Saransk

**Bessoltsev V.** —candidate of technical sciences, teacher, Military Space Academy named after A.F. Mozhaysky (St. Petersburg) v.bessoltsev@gmail.com

**Biktasheva G.** —Postgraduate, Bashkir state University gbiktashieva@mail.ru

**Bokova E.** —Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University) eobokova@gmail.com

**Borodulina I.** —doctor of medical Sciences, Professor, S. M. Kirov Military medical Academy, Saint-Petersburg borodulina59@mail.ru

**Bozieva D.** —Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov dok132813@gmail.com

**Bryukhanov K.** —graduate student, ITMO University, Saint Petersburg devops.spb@gmail.com

**Bryukhanov K.** —graduate student, Saint Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics devops.spb@gmail.com

**Bulkina N.** —DSc, Professor, Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky navo@bk.ru

**Burtseva M.** —Chita state medical Academy

**Chaikovskiy D.** —Candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor, Saratov state law Academy chaikovskiyds@gmail.com

**Chernobrovkina M.** —PhD, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Russian Federation tchernobrovik@mail.ru

**Chernov A.** —doctor of medical Sciences, associate Professor, FSBEI the VGMA them. N. N. Burdenko, Voronezh

**Danilova Y.** —FSBEI of HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva ", Saransk

**Darvin V.** —doctor of medical Sciences, Professor, Surgut State University darvinvv@surgutokb.ru

**Davtyan A.** —PhD student, National Polytechnic University of Armenia  
arturdavtyan1995@gmail.com

**Devyatkina T.** —head of the Department of ultrasonic diagnostics, Surgut Regional Clinical Hospital  
devyatkinatv@surgutokb.ru

**Dubrovin A.** —Doctor of Technical Sciences, Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia  
asd\_kiziltash@mail.ru

**Egorov V.** —Doctor of medical Sciences, The State budgetary healthcare institution of Moscow area Moscow's regional research clinical institute n.a. M.F. Vladimirskiy

**Evstifeeva T.** —Orenburg State University  
ta\_evst@mail.ru

**Filin A.** —Candidate of medical science, Voronezh State medical university

**Gendugova O.** —Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov  
oksistom@mail.ru

**Gilemkanov A.** —graduate student, Bashkir State Medical University

**Gilmullin R.** —senior laboratory engineer, Military Space Academy named after A.F. Mozhaysky (St. Petersburg)  
grustam@bk.ru

**Glukhovskaya M.** —Orenburg State University

**Golikov V.** —Assistant, Moscow aviation Institute (national research University)  
fordik08@mail.ru

**Golikov V.** —Assistant, Moscow aviation Institute (national research University)  
fordik08@mail.ru

**Gulevich N.** —Candidate of technical Sciences, associate Professor, Saratov state technical University  
gulevich005@mail.ru

**Gumerova G.** —candidate of medical Sciences, associate Professor, Bashkir State Medical University

**Hanina Y.** —Chita state medical Academy

**Hulaeva A.** —Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov  
aminahulaeva1996@mail.ru

**Ilyina R.** —candidate of medical sciences, assistant professor, Kazan state medical academy  
ilroza@yandex.ru

**Ishmetov V.** —Professor, Bashkir State Medical University

**Kamaeva T.** —candidate of medical sciences, Khakassia State University. NF Katanov, Abakan  
tatyankamaev@yandex.ru

**Khaziakhmetov R.** —Doctor of biology, Professor, Bashkir state University  
eco3110@rambler.ru

**Kochneva A.** —Research associate, The State budgetary healthcare institution of Moscow area Moscow's regional research clinical institute n.a. M.F. Vladimirskiy  
Anastasia1112@yandex.ru

**Kolosunin I.** —National research University Ogarev Mordovian state University  
kolosunin\_ivan@mail.ru

**Konovalova O.** —Chita state medical Academy

**Korchagina T.** —Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor, Omsk State Pedagogical University  
Liberova@yandex.ru

**Korotkikh I.** —doctor of medical science, Professor, Voronezh State medical university

**Kosykh E.** —graduate student, Voronezh State medical university  
ekaterina1991kosykh@gmail.com

**Kozlov S.** —Doctor of Medical Sciences, Professor, National research University Ogarev Mordovian state University  
kozlovsa14@yandex.ru

**Kozlovskaya I.** —PhD, doctor of obstetric-gynecology, Yaroslavl Regional Perinatal Center  
kia801980@mail.ru

**Kudaibergenova A.** —doctoral student of KazNU Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan  
alia93.20@mail.ru

**Kuryaev I.** —Penza State University  
ilnurelyzan@yandex.ru

**Kustikova M.** —PhD, Associate Professor, ITMO University  
marinakustikova@mail.ru

**Leontyev V.** —Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Elabuzhsky Institute of Kazan Federal University  
vleontev@yandex.ru

**Makarova N.** —Senior Lecturer, Penza State University  
zidanzinedin@yandex.ru

**Mal'kova Madina Il'yasovna**—Penza State University  
appl.non@mail.ru

**Malynina A.** —FSBEI of HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva ", Saransk

**Margaryan A.** —head of surgical department, branch № 4  
426 MG  
Amayak.margaryan.1991@mail.ru

**Matsievsky S.** —Baltic Federal University I. Kant  
(Kaliningrad)  
sergei.matsievsky@ya.ru

**Mehbaliyeva E.** —Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan  
mehbaliyeva79@mail.ru

**Melikyan K.** —National Polytechnic University of Armenia  
karenmeliqyan1996@gmail.com

**Melysheva A.** —National research University Ogarev Mordovian state University  
anna.melisheva@yandex.ru

**Mikhailova E.** —Assistant, Moscow aviation Institute (national research University)  
evmihailova@inbox.ru

**Mikhailova E.** —Assistant, Moscow aviation Institute (national research University)  
evmihailova@inbox.ru

**Moryakina S.** —Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Chechen State University  
s.moriakina@yandex.ru

**Mozzhegorova I.** —postgraduate student, Surgut State University; doctor of ultrasonic diagnostics, Surgut Regional Clinical Hospital  
mozzhegorovaiv@surgutokb.ru

**Muhamedzhanova L.** —doctor of medical science, Chuvash State University  
lr71@bk.ru

**Muzychin V.** —Baltic Federal University I. Kant (Kaliningrad)  
mv@1c39.ru

**Nagoeva E.** —Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov  
ertana1985@mail.ru

**Nikitina L.** —candidate of medical sciences, Chuvash State University  
zab@mail.ru

**Ogorodnikova O.** —Senior Automation Engineer, Federal State Institution "Pre-Trial detention center No. 2" of the Office of the Federal Punishment Service of Russia in St. Petersburg and the Leningrad Region; Adjunct, Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia  
Olga-ogorodnikova@yandex.ru

**Paliutina E.** —PhD, assistant, Yaroslavl State Medical University, Russian Ministry of Health  
peyu260562@mail.ru

**Parkin P.** —National research University Ogarev Mordovian state University  
parkin.p2000@yandex.ru

**Pchelinceva E.** —Candidate of sociological Sciences, associate Professor, Saratov state technical University  
alenaPchelka@gmail.com

**Petrov V.** —graduate student, ITMO University, Saint Petersburg  
mu\_valera@mail.ru

**Petrov V.** —graduate student, Saint Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics  
mu\_valera@mail.ru

**Plechev V.** —Professor, Bashkir State Medical University

**Podrubilin A.** —Penza State University  
eminemlion@gmail.com

**Порова К.** —FSBEI of HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva "; Saransk kseniapopova08@mail.ru

**Прокопова Н.** —general practitioner, FSBEI of HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva "; Saransk

**Путенихин С.** —postgraduate student, Bashkir State Medical University putenihin1970@yandex.ru

**Родин О.** —National research University Ogarev Mordovian state University rodin1oleg@gmail.com

**Рубтсов Д.** —lead software engineer, Yandex, Moscow rubtsov.dmv@gmail.com

**Рыжов А.** —FSBEI of HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva "; Saransk

**Савинов С.** —post-graduate student, Federal state budgetary educational institution of higher education "Vladimir state University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov" (VISU) conf-mail@bk.ru

**Шулигина И.** —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI of HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva "; Saransk

**Силин А.** —MD, Professor, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Russian Federation silin@me.com

**Силютина М.** —candidate of medical Sciences, associate Professor, FSBEI the VGMA them. N. N. Burdenko, Voronezh, Russia marinad57@mail.ru

**Сметанкина А.** —PhD student, Voronezh state medical University. N.N. Burdenko Zhuchkova954@yandex.ru

**Степанов А.** —surgeon, Surgut Regional Clinical Hospital stepanovav@surgutokb.ru

**Супелников А.** —candidate of medical sciences, medical university «Reaviz» Supilnikov@reaviz.ru

**Сычев И.** —graduate student, FSBEI of HE "National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva "; Saransk

**Таранина О.** —Assistant, FSBEI the VGMA them. N. N. Burdenko, Voronezh

**Терентьева Е.** —Graduate Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "SUSU (NRU)" ecatereena.terentjeva@yandex.ru

**Тестова С.** —Assistant, FSBEI the VGMA them. N. N. Burdenko, Voronezh

**Тимофеева И.** —Lecturer, ITMO University ivtimofeeva@itmo.ru

**Васюкова О.** —junior researcher, Research Institute of Human Morphology o.vas.93@gmail.com

**Верзакова И.** —doctor of medical Sciences, Bashkir State Medical University

**Верзакова О.** —candidate of medical Sciences, associate Professor, Bashkir State Medical University

**Воронov А.** —Lead expert, Baltic-Arctic Interregional Department of the Federal Service of the Natural Resources Supervision

**Яшнов А.** —Chita state medical Academy alexyashnov@mail.ru

**Яшнова Н.** —Chita state medical Academy

**Юнусов Е.** —Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan; lecturer at Baku Engineering University elsadyunuslu@gmail.com

**Юсупов Р.** —graduate student, Bashkir State Medical University Yusupov\_80@mail.ru

**Зhevляков А.** —Aspirant, S. M. Kirov Military medical Academy, Saint-Petersburg dr.zhevlyakovandrey@mail.ru

**Зубкова Т.** —graduate student, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko tatjana-zubkova00@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](mailto:redaktor@nauteh.ru) ).

